

**Spätergebnisse chirurgisch versorgter Beckenfrakturen der Katze
aus den Jahren 1985 – 2005**

Kristin Strohbach

München 2007

Aus der Chirurgischen Tierklinik
der Tierärztlichen Fakultät
der Ludwig-Maximilians-Universität München

Lehrstuhl für Allgemeine und Spezielle Chirurgie
einschließlich Augenkrankheiten
Vorstand: Prof. Dr. Dr. med. vet. habil. U. Matis

**Spätergebnisse chirurgisch versorgter Beckenfrakturen der Katze
aus den Jahren 1985 – 2005**

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der tiermedizinischen Doktorwürde
der Tierärztlichen Fakultät
der Ludwig-Maximilians-Universität München

von
Kristin Strohbach
aus
Dresden

München 2007

Gedruckt mit der Genehmigung der Tierärztlichen Fakultät der
Ludwig-Maximilians-Universität München

Dekan: Univ.-Prof. Dr. E. P. Märtlbauer

Referentin: Univ.-Prof. Dr. Matis

Korreferent: Univ.-Prof. Dr. Peters

Tag der Promotion: 20. Juli 2007

Gewidmet:

Angela Strohbach

Inhaltsverzeichnis

	Seite
A. Einleitung	1
B. Literaturübersicht	2
1. Anatomie des Beckens	2
1.1. Knöcherne Strukturen	2
1.2. Gelenke	6
1.3. Muskulatur	7
1.3.1. Ursprung, Ansatz, Funktion und Innervation	7
1.3.2. Nerven	10
1.3.3. Gefäße	13
2. Beckenfrakturen – Allgemeines	14
2.1. Ätiologie, Geschlechts- und Altersverteilung	14
2.2. Krafteinwirkung und Topographie der Beckenfrakturen	15
2.3. Klinische Symptomatik und Diagnostik	19
2.3.1. Klinische Untersuchung und Symptomatik	19
2.3.2. Bildgebende Diagnostik	21
2.4. Frakturklassifikation	22
2.5. Kombinationsverletzungen	25
2.5.1. Verletzungen von Thorax und Abdomen	25
2.5.2. Verletzungen des Skelettsystems	27
2.5.3. Verletzungen des Nervensystems	28
2.6. Prognose, Komplikationen, Früh- und Spätschäden	31
2.6.1. Chirurgisch versorgte Beckenfrakturen	31
2.6.2. Einengung des Beckenkanals	33
2.6.3. Chronische Obstipation und Megakolon	35
2.6.4. Neuropathien	35
3. Beckenfrakturen – Therapie	37
3.1. Allgemeines zur konservativen und chirurgischen Therapie	37
3.1.1. Konservative Therapie	37
3.1.2. Chirurgische Therapie	38
3.2. Operative Zugänge am Becken	40
3.3. Versorgungsmethoden	48
3.3.1. Luxation im Iliosakralgelenk	48
3.3.2. Darmbeinfraktur	53
3.3.3. Azetabulumfraktur	56
3.3.4. Sitzbeinfraktur	61
3.3.5. Schambeinfraktur	63
3.3.6. Beckensymphysiolyse	63

C.	Eigene Untersuchung	64
1.	Kasuistik	64
1.1.	Kontrollzeitraum und Patientengruppe	64
1.2.	Alters-, Geschlechts- und Rasseverteilung	64
1.2.1.	Altersverteilung	64
1.2.2.	Geschlechtsverteilung	65
1.2.3.	Rasseverteilung	65
1.3.	Unfallursachen	65
1.4.	Klinische und radiologische Ausgangssituation der Patienten	66
1.4.1.	Klinische Symptomatik	66
1.4.2.	Begleitverletzungen	66
1.4.3.	Beckeneinengungen	69
1.4.4.	Häufigkeit multipler Beckenfrakturen	69
1.5.	Versorgungszeitpunkt	70
1.6.	Häufigkeit und topographische Verteilung der einzelnen Verletzungsformen	70
1.6.1.	Lokalisation der Beckenfrakturen	70
1.6.2.	Luxation im Iliosakralgelenk	71
1.6.3.	Iliumfraktur	72
1.6.4.	Azetabulumfraktur	74
1.6.5.	Ischiumfraktur	75
1.6.6.	Pubisfraktur	76
1.6.7.	Symphysiolyse	77
1.6.8.	Sakrumfraktur	78
1.7.	Frakturkombinationen und Klassifizierung nach Messmer/Montavon	79
1.7.1.	Beckenfrakturen ohne Beteiligung Gewicht tragender Elemente	79
1.7.2.	Beckenfrakturen mit einseitiger Beteiligung Gewicht tragender Elemente	80
1.7.3.	Beckenfrakturen mit beidseitiger Beteiligung Gewicht tragender Elemente	83
2.	Durchführung der Spätkontrollen	88
2.1.	Kontrollzeitpunkt	88
2.2.	Klinische Untersuchung	88
2.3.	Röntgenologische Untersuchung	88
3.	Ergebnisse	89
3.1.	Ergebnisse der einzelnen Verletzungsformen	89
3.1.1.	Luxation im Iliosakralgelenk	89
3.1.2.	Iliumfraktur	92
3.1.3.	Azetabulumfraktur	94
3.1.4.	Ischiumfraktur	97
3.1.5.	Pubisfraktur	99
3.1.6.	Symphysiolyse	100
3.1.7.	Sakrumfraktur	100
3.2.	Klinische und röntgenologische Gesamtergebnisse	102
3.2.1.	Arthrose	102
3.2.2.	Lahmheit	103
3.2.3.	Schmerzhaftigkeit	104

3.2.4.	Neurologischer Status	104
3.2.5.	Bemuskelung	106
3.2.6.	Konsolidierung der Frakturen und Beckeneinengungen	106
3.2.7.	Implantatentfernung	107
3.2.8.	Implantatlockerung	107
3.2.9.	Resektionsarthroplastik	108
D.	Diskussion	109
E.	Zusammenfassung	128
F.	Summary	131
G.	Abkürzungen	133
H.	Literaturverzeichnis	134

A. Einleitung

Der größte Anteil erworbener Skelettverletzungen bezieht die Knochen des Beckens mit ein. Aufgrund der Häufigkeit vorgestellter Katzen als Frakturpatient und der wachsenden Popularität als Haustier werden optimale Behandlungsmöglichkeiten mit einem bestmöglichen Langzeitergebnis angestrebt.

Ziel dieser Arbeit ist es, den Einsatz und Erfolg angewandter Osteosyntheseverfahren am Becken der Katze in den Jahren 1985 bis 2005 an der Chirurgischen Tierklinik der Ludwig-Maximilians-Universität München zu überprüfen.

In Form retrospektiver Langzeitkontrollen wurden chirurgisch versorgte Katzen sowohl klinisch-orthopädisch als auch radiologisch nachuntersucht. Neben der Erfassung von Arthrose- und Lahmheitsfrequenzen wurde die Auswertung der verschiedenen Osteosyntheseverfahren besonders berücksichtigt. Die gewonnenen Daten wurden mit den Studienergebnissen anderer Autoren, insbesondere nach konservativer Therapie von Beckenfrakturen bei Katzen und Hunden, verglichen.

Die Untersuchung umfasste Azetabulum-, Darm-, Sitz- und Schambeinfrakturen sowie die Luxationen im Iliosakralgelenk, nicht jedoch singuläre Sakrumfrakturen ohne Beteiligung frakturierter Beckenknochen.

B. Literaturübersicht

1. Anatomie des Beckens

1.1. Knöcherne Strukturen

Der knöcherne Beckengürtel, Cingulum membri pelvini, setzt sich aus den Ossa coxae zusammen, die ventromedian über die Symphysis pelvina miteinander verbunden sind. Jede der beiden Beckenhälften besteht wiederum aus drei miteinander verschmolzenen Einzelknochen, dem Os ilium, Os pubis und dem Os ischium. Im Vergleich zu den relativ gedrunghenen Beckenknochen des Hundes ist das Becken der Katze (Abb. 1) deutlich schlanker ausgebildet (König, 1992; Frewein und Vollmerhaus, 1994; Budras et al., 2000).

Das Os ilium, Darmbein, lässt sich in den Darmbeinkörper, Corpus ossis ilii, und die Darmbeinflügel, Ala ossis ilii, unterteilen. Das kraniale Ende der Darmbeinflügel, die bei der Katze deutlich schmaler als beim Hund ausgebildet sind, markiert die wulstige Crista iliaca mit dem kranioventral gelegenen Tuber coxae und dem dorsal befindlichen Tuber sacrale. Das Tuber sacrale wird durch zwei hervorstehende Knochenleisten, die Spina iliaca dorsalis cranialis et caudalis, zweigeteilt. Auf dem Tuber coxae ist die Spina iliaca ventralis cranialis zu finden, an die sich die nach kaudal ziehende Spina alaris anschließt.

Die Facies glutea bildet die laterale Knochenoberfläche der Darmbeinflügel und ist beim Hund besonders breit ausgebildet und ausgehöhlt. Medial ist die Facies sacropelvina mit der Facies iliaca zu finden, die beim Hund deutliche Muskelleisten aufweist. Die ebenfalls medial zu lokalisierende Tuberositas iliaca, die beim Hund deutlich stärker strukturiert ist als bei der Katze, dient der Kontaktaufnahme mit dem Kreuzbein und geht kranial in die überknorpelte Gelenkfläche, Facies auricularis, über.

Die Incisura ischiadica major bildet die dorsale Einziehung des Darmbeinkörpers, der sich beim Hund deutlich absetzt, während er sich bei der Katze mäßig verjüngt. Auf der Lateralfläche des Darmbeinkörpers ragt die Spina iliaca ventralis caudalis hervor und auf der Medialfläche verläuft die leistenförmige Linea arcuata mit dem in der Mitte aufsitzenden Tuberculum m. psoas minoris, das nur bei der Katze und beim Dachshund zu finden ist (König, 1992; Frewein und Vollmerhaus, 1994; Nickel et al., 2001).

Die Spina ischiadica bildet die kaudodorsale Begrenzung des Corpus ossis ilii und verläuft dorsal des Azetabulums.

Das Os ischium, Sitzbein, unterteilt sich in den kaudodorsal des Azetabulums befindlichen Sitzbeinkörper, Corpus ossis ischii, der sich nach kaudal in die Sitzbeintafel, Tabula ossis ischii, fortsetzt. Die dorsal verlaufende, vom Darmbeinkörper kommende Spina ischiadica geht in die bei der Katze konkav gebogene Incisura ischiadica minor über. Beim Hund prägen mehrere scharfe Querfurchen die laterale Berandung dieses Beckenabschnittes. Der Sitzbeinhöcker, Tuber ischiadicum, geht als laterale Verdickung aus der Tabula ossis ischii hervor. Die kaudale Begrenzung des Sitzbeins bildet der Sitzbeinausschnitt, Arcus ischiadicus, der beim Hund halbkreisförmig und bei der Katze spitz zuläuft. In der Medianen geht die Sitzbeintafel in den Fugenast, Ramus ossis ischii, über. Dieser beteiligt sich, zusammen mit dem Fugenast der Gegenseite, in Form der Symphysis ischiadica an der Beckensymphyse und begrenzt von kaudal das Foramen obturatum (König, 1992; Frewein und Vollmerhaus, 1994).

Das ventral gelegene Os pubis, Schambein, besteht aus dem zentralen Corpus ossis pubis, der sich an der Bildung des Azetabulums beteiligt. Der aus dem Schambeinkörper hervorgehende Pfannenast, Ramus cranialis ossis pubis, bildet den Vorderrand des Foramen obturatum. Die kraniale Begrenzung des Schambeins bildet der gratartig scharf ausgebildete Schambeinkamm, Pecten ossis pubis, der an die lateral befindliche hervorstehende Eminentia iliopubica anschließt. Der sagittal verlaufende Ramus caudalis ossis pubis bildet in Zusammenschluss mit dem komplementären Anteil der anderen Beckenhälfte den kranialen Abschnitt der Beckensymphyse, die Symphysis pubica, und begrenzt gleichzeitig das Foramen obturatum von medial. Auf der Ventralfläche des kaudalen Schambeinastes sitzt das Tuberculum pubicum ventrale auf, das bei der Katze weniger prominent ausgebildet ist als beim Hund.

Die Hüftgelenkspfanne, Acetabulum, wird von Anteilen des Os ilium, Os ischium und Os pubis sowie dem zentral gelegenem Os acetabuli, das einen eigenständigen Ossifikationskern besitzt, gebildet. Im Zentrum des halbkugelförmig ausgehöhlten Azetabulums befindet sich eine kleine Vertiefung, die Fossa acetabuli. Die halbmondförmige Gelenkfläche, Facies lunata, wird durch den kaudodistal befindlichen Pfannenausschnitt, Incisura acetabuli, unterbrochen (König, 1992; Frewein und Vollmerhaus, 1994; Boyd und Paterson, 1995; Budras et al., 2000; Nickel et al., 2001; Liebich et al., 2005).

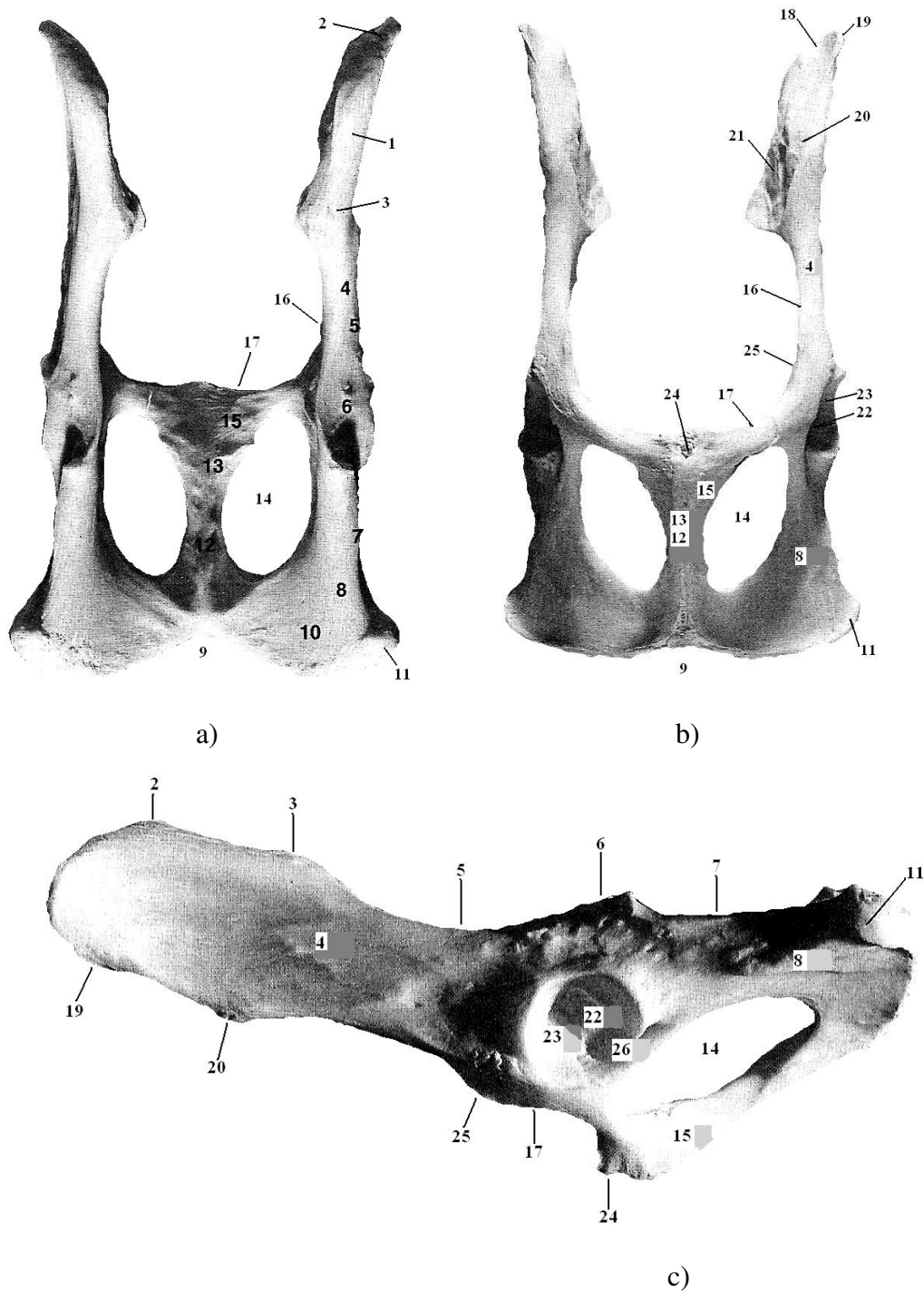


Abb. 1: Dorsale (a), ventrale (b) und laterale (c) Ansicht der knöchernen Strukturen des Katzenbeckens, modifiziert nach Boyd und Paterson (1995)

Ala ossis ilii (1), Spina iliaca dorsalis cranialis (2) et caudalis (3), Corpus ossis ilii (4), Incisura ischiadica major (5), Spina ischiadica (6), Incisura ischiadica minor (7), Os ischium (8), Sitzbeinausschnitt (9), Tabula ossis ischii (10), Tuber ischiadicum (11), Symphysis ischiadica (12) et pubica (13) = Symphysis pelvina, Foramen obturatum (14), Os pubis (15), Linea arcuata (16), Pecten ossis pubis (17), Crista iliaca (18), Spina iliaca ventralis cranialis (19) et caudalis (20), Facies auricularis (21), Fossa acetabuli (22), Facies lunata (23), Tuberculum pubicum ventrale (24), Eminentia iliopubica (25), Incisura acetabuli (26)

Das Os sacrum, Kreuzbein, wird von den beiden Kreuzbeinflügeln, Alae sacrales, geprägt, die zu beiden Seiten in Richtung Darmbeinflügel ziehen und lateral über die Facies auricularis mit diesen in gelenkiger Verbindung stehen. Die Crista sacralis mediana, intermedia und ventrale stellen von kranial nach kaudal ziehende Knochenleisten dar. Das Promontorium ossis sacri bildet eine Vorwölbung am kranioventralen Ende des Kreuzbeins. Die Foramina sacralia dorsalia et ventralia bilden Durchtrittslöcher für Nervenfasern (Budras et al., 2000).

Das Promontorium ossis sacri bildet zusammen mit der Linea arcuata des Darmbeins und dem Pecten ossis pubis die Beckeneingangslinie Linea terminalis, die die Apertura pelvis cranialis begrenzt. Der Arcus ischiadicus, das Tuber ischiadicum, das Lig. sacrotuberale beim Hund und der 3. Schwanzwirbel begrenzen den Beckenausgang, Apertura pelvis caudalis.

Durch das Ziehen von freien Verbindungslinien, Diameter, zwischen festgelegten Knochenpunkten lässt sich der Beckenraum morphometrisch unterteilen und abmessen.

Man unterscheidet dabei den Diameter verticalis (Pectenvertikale), der senkrecht zwischen dem Kranialrand der Symphysis pelvina und der Wirbelsäule verläuft, außerdem den Diameter conjugata vom Kranialrand der Symphysis pelvina und dem Medianpunkt des Promontoriums sowie die Conjugata diagonalis zwischen Promontorium und kaudalem Ende der Beckensymphyse. Der Diameter transversa dorsalis liegt zwischen den beiden Alae ossis sacri, der Diameter transversa media zwischen den Tubercula m. psoas minoris und der Diameter transversa ventralis zwischen den Eminentiae iliopubicae. Die Beckenachse liegt in der Mitte aller in der Medianen verlaufenden Verbindungslinien zwischen Os sacrum und Symphysis pelvis (König, 1992; Budras et al., 2000; Liebich et al., 2005).

In den prä- und postpartalen Entwicklungsphasen des Beckens geht die Verknöcherung sowohl von primären als auch von sekundären Ossifikationszentren aus.

Primäre Ossifikationszentren finden sich bei der Katze ab der vierten Woche der Trächtigkeit im Os ilium und ab der fünften Woche der Trächtigkeit im Os ischium und im Os pubis. Der Ossifikationskern des Os acetabuli erscheint im zweiten bis dritten Lebensmonat. Zur Verschmelzung kommt es beim Hund sechs Monate und bei der Katze neun Monate nach der Geburt.

Sekundäre Ossifikationszentren treten vier bis sechs Monate nach der Geburt in der Crista iliaca und ventrokranial in der Spina iliaca des Darmbeins sowie im Tuber ischiadicum und dem Epiphysenrand des Sitzbeins auf. Die Katze besitzt zudem Ossifikationskerne für den

Ramus ossis ischii. Sie verschmelzen in einem Zeitraum zwischen ein und zwei Jahren nach der Geburt (Frewein und Vollmerhaus, 1994; Liebich et al., 2005).

Durch ihren speziellen Aufbau, ihre Formen und Verbindungen übernehmen die knöchernen Strukturen des Beckenringes eine wichtige Funktion für die Kraftübertragung von der Hinterhand auf den Rumpf. Der Kraftschub verläuft hierbei vom proximalen Femur auf das Azetabulum und breitet sich über das Darmbein und das Iliosakralgelenk auf die Wirbelsäule aus (Bonath und Prieur, 1998).

1.2. Gelenke

Die beiden Beckenhälften sind über eine Faserknorpelfuge, die Symphysis pelvina, miteinander verbunden, die sich aus dem bereits beschriebenen Sitzbeinanteil, Symphysis ischiadica, und dem Schambeinanteil, Symphysis pubica, der im Laufe des Lebens verknöchern kann, zusammensetzt. Am Pecten ossis pubis bilden querlaufende Faserzüge das Lig. pubicum craniale, das nach kranial mit der Linea alba in Verbindung steht.

Der Kontakt zwischen der Facies auricularis von Darmbein und Kreuzbein bildet die Grundlage für das Kreuzbein-Darmbein-Gelenk, Art. sacroiliaca. Es handelt sich um eine Amphiarthrosis, ein straffes Gelenk, das über eine sehr enge Kapsel verfügt. Die Ligg. sacroiliaca ventralia verstärken ventral die Gelenkkapsel. Die Ligg. sacroiliaca interossea verlaufen zwischen der Dorsalfläche des Kreuzbeins und der Tuberositas iliaca des Darmbeins. Die Pars brevis der Ligg. sacroiliaca dorsalia zieht vom Tuber sacrale zu den Procc. mammarii der Wirbelkörper. Die Pars longa reicht vom Tuber sacrale zur Pars lateralis des Kreuzbeins. Das Lig. sacrotuberale, das beim Hund vom Kreuzbein zum Tuber ischiadicum zieht, fehlt der Katze als Besonderheit.

Der Femurkopf bildet mit dem Azetabulum die knöcherne Grundlage des Hüftgelenks, Art. coxae. Der Winkel zwischen Femurkopf und Femurhals beträgt beim Hund etwa 147° und bei der Katze 130°. Der Antetorsionswinkel des Femurhalses liegt bei 30°. Es handelt sich um ein Kugelgelenk mit einer relativ weiten Gelenkkapsel, dessen Gelenkhöhle durch das knorpelige Labrum acetabulare dorsal am Pfannenrand noch vergrößert wird. Die Gelenkkapsel reicht 5–15 mm distal des Femurkopfes auf den Femurhals über. Das Lig. capitis ossis femoris verbindet als Femurkopfband die Fossa acetabuli mit der Fovea capitis femoris. Das Lig.

transversum acetabuli überbrückt als Ergänzungsband die Incisura acetabuli (König, 1992; Frewein und Vollmerhaus, 1994; Budras et al., 2000; Nickel et al., 2001; Liebich et al., 2005).

1.3. Muskulatur

1.3.1. Ursprung, Ansatz, Funktion und Innervation

Die Muskulatur des Beckens wird auf der medialen Seite von der Fascia iliaca überzogen, die aus der Fascia transversalis hervorgeht. Sie formt mit der Lacuna musculorum und vasorum eine Durchtrittspforte für den M. iliopsoas und die A. und V. femoralis und geht schließlich in Höhe des Beckenausgangs in die Fascia diaphragmatica pelvis über. Die Fascia glutea verläuft lateral über die Kruppenmuskulatur und setzt sich in der Fascia lata fort, die lateral über den Oberschenkel zieht. Medial wird die Oberschenkelmuskulatur von der Fascia femoralis medialis bedeckt (Liebich et al., 2005)

Im Folgenden wird die Beckenmuskulatur mit Ursprung, Ansatz, Funktionsweise und Innervation in einem tabellarischen Überblick dargestellt (König, 1992; Frewein und Vollmerhaus, 1994; Nickel et al., 2001; Liebich et al., 2005); auf die kaudale Lenden- und distale Gliedmaßenmuskulatur wird dabei nicht explizit eingegangen:

Tab. 1: Beckengürtelmuskulatur

Ventral der Lendenwirbelsäule anliegend dient sie der Fixation der Lendenwirbel und des Beckens sowie der Krümmung und des Durchbiegens des Rückens.

Name	Ursprung	Ansatz	Funktion	Innervation
M. psoas minor	ventral letzte Brust- und erste Lendenwirbel	Tuberculum m. psoas minoris	Fixation des Beckens, Aufbiegen LWS	Rr. ventrales des 4.–5. N. lumbalis
M. iliopsoas	lateral LWS, letzte Brustwirbel, kaudale Rippen, Facies iliaca	Trochanter minor	Beuger Hüftgelenk, Aufbiegen LWS, Steilerstellung des Beckens	Rr. ventrales des 4.–5. N. lumbalis, N. femoralis
M. quadratus lumborum	ventral Procc. transversi LWS	Ala ossis sacri, Ala ossis ilii	Fixation und Aufbiegen LWS	Rr. ventrales des 4.–5. N. lumbalis

Die **Eigenmuskulatur der Beckengliedmaße** dient der dynamischen Fortleitung von Kraftschüben zur Vorwärtsbewegung des Körpers.

Tab. 2: Äußere Hüft- und Kruppenmuskulatur

Name	Ursprung	Ansatz	Funktion	Innervation
M. gluteus superficialis	Fascia glutea, Os sacrum	Trochanter tertius	Strecker Hüftgelenk, Rückwärtsführer	N. gluteus caudalis
M. gluteofemoralis (früher: caudofemoralis)	2.–4. Schwanzwirbel	Fascia lata, Patella	Seitwärtszieher Schwanz, Aus- und Rückwärtszieher Gliedmaße	N. gluteus caudalis
M. gluteus medius entlässt den M. gluteus accessorius in die Tiefe	Facies glutea, Ala ossis ilii, Os sacrum, M. longissimus	Trochanter major	Strecker Hüftgelenk, Rückwärtsführer	N. gluteus cranialis
M. piriformis	lateral und ventral am Os sacrum	Trochanter major	Strecker Hüftgelenk, Abduktor	N. gluteus cranialis
M. gluteus profundus	Os ilium zwischen Linea glutea cranialis und caudalis	Trochanter major	Abduktor	N. gluteus cranialis
M. tensor fasciae latae	Tuber coxae	Aponeurose an Fascia lata	Beuger Hüftgelenk, Spanner der Fascia lata, Strecker Kniegelenk	N. gluteus cranialis

Tab. 3: Hinterbackenmuskulatur

Name	Ursprung	Ansatz	Funktion	Innervation
M. biceps femoris (2 Köpfe)	Os sacrum, Tuber ischiadicum	Lig. patellae, prox. Tibia, Tuber calcanei	Strecker Hüftgelenk und Beuger Kniegelenk, Abduktor, Vorwärtsschub	N. gluteus caudalis, N. tibialis
M. abductor cruris caudalis	Tuber ischiadicum,	Fascia cruris	Abduktor	N. fibularis

	Katze: 1. oder 2. Schwanzwirbel			
M. semitendinosus	Tuber ischiadicum	Margo cranialis tibiae, Tuber calcanei	Strecker Hüftgelenk in Stützbeinphase, Beuger Kniegelenk in Hangbeinphase	N. gluteus caudalis, N. tibialis
M. semimembranosus	Tuber ischiadicum	Medial an Femurkondylen und proximal an Tibia	Strecker Hüft- und Kniegelenk in Stützbeinphase, Pronator in Hangbeinphase	N. gluteus caudalis, N. tibialis

Tab. 4: Mediale Oberschenkelmuskulatur

Name	Ursprung	Ansatz	Funktion	Innervation
M. sartorius (Katze: einheitlich, Hund: 2 Bäuche)	Tuber coxae, Corpus ossis ilii	medial proximale Tibia, Fascia cruris, Fascia genus	Vorführer, Adduktor	N. femoralis
M. gracilis	Aponeurose Symphysis pelvina	Aponeurose an Fascia cruris	Adduktor	N. obturatorius
M. pectineus	Pecten ossis pubis	Labium med. ossis femoris	Adduktor, Beuger Hüftgelenk	N. femoralis, N. obturatorius
Mm. adductores	M. gracilis, ventral am Becken	Fasciae asperae ossis femoris	Adduktor	N. obturatorius

Tab. 5: Tiefe Hüftgelenksmuskulatur

Name	Ursprung	Ansatz	Funktion	Innervation
M. obturatorius internus	Foramen obturatum	Fossa trochanterica	Supinator	N. ischiadicus
M. obturatorius externus	Foramen obturatum	Fossa trochanterica	Supinator	N. obturatorius
Mm. gemelli (Katze: 2 Bäuche)	Incisura ischiadica minor	Fossa trochanterica	Supinator	N. ischiadicus
M. quadratus femoris	ventral am Corpus ossis ischii	Fossa trochanterica	Supinator	N. ischiadicus

M. articularis coxae	direkt der Gelenkkapsel aufliegend	direkt der Gelenkkapsel aufliegend	Gelenkkapselspanner	N. ischiadicus
----------------------	------------------------------------	------------------------------------	---------------------	----------------

Der M. quadriceps femoris, der vom N. femoralis innerviert wird, unterteilt sich in vier Muskelbäuche, die gemeinsam über das Lig. patellae an der Tuberositas tibiae ansetzen. Davon entspringen der M. vastus lateralis, medialis und intermedius am proximalen Femur und wirken als Strecker des Kniegelenks. Der M. rectus femoris entspringt ventral am Corpus ossis ilii und bewirkt eine Flexion im Hüftgelenk.

1.3.2. Nerven

Der Ascensus medullae spinalis ist beim Hund deutlich stärker ausgeprägt als bei der Katze.

Die Nerven, die sowohl die Muskulatur der Hintergliedmaße als auch die zugehörigen sensiblen Hautareale innervieren, gehen aus dem Plexus lumbalis mit den Ventralästen der Lendennerve L3/4 – L7 und dem Plexus sacralis, bestehend aus den Ventralästen der Sakralnerven S1 – S5, hervor. Beim Hund zeigen die Ventraläste der ersten beiden und bei der Katze der ersten drei Lendennerve einen eigenständigen Verlauf ohne Rami communicantes und beteiligen sich somit nicht am Plexus lumbalis.

Eine weitere Ausnahme bilden die Nn. clunium craniales und Nn. clunium medii, die ihren Ursprung in den Dorsalästen dieser Nerven nehmen und für die sensible Hautinnervation der Lenden-, Kreuz- und Hüfthöckergegend sowie der vorderen und hinteren Kruppen- und Oberschenkelhaut verantwortlich sind.

Der N. iliohypogastricus (L1, L2) und der N. ilioinguinalis (L2, L3) innervieren mit einem Ramus medialis et lateralis den M. transversus abdominis, M. obliquus internus et externus abdominis und den M. rectus abdominis. Durch die abgehenden Rami cutanei laterales et ventrales werden die Haut der Flankengegend, die Haut kraniolateral am Oberschenkel und am Knie sowie die ventrale Bauchgegend sensibel innerviert.

Der N. genitofemoralis (L3, L4) versorgt den M. obliquus internus abdominis und den M. cremaster, sowie die Haut medial am Oberschenkel, die Tunica vaginalis und das Präputium.

Der N. cutaneus femoris lateralis (L4, Fasern aus L3 – L6) zieht zum M. psoas major und gibt sensible Nervenbahnen in die mediale Oberschenkelgegend ab.

Aus den Lendennerven L4 – L5 und L6 bei der Katze geht der N. femoralis hervor, der Äste an den M. psoas minor, M. iliopsoas, M. sartorius, M. articularis coxae und M. quadriceps femoris entlässt und dabei durch die Lacuna musculorum läuft. Außerdem zweigt von ihm der durch den Canalis femoralis ziehende N. saphenus ab, der zum einen Zweige an den M. pectineus und den M. gracilis abgibt und zum anderen die Haut an der medialen Seite des Unterschenkels und des Sprunggelenks sowie das Kniegelenk innerviert. Nur beim Hund sind die distalsten Äste des N. saphenus bis an die Haut über der zweiten Zehe zu verfolgen.

Der N. obturatorius (L5, L6) verläuft zusammen mit der A. obturatoria medial am Os ilium entlang zum Foramen obturatum. Er innerviert den M. gracilis, die Mm. adductores und den M. obturatorius externus.

Der N. pudendus (S1 – S3 plus L7 bei der Katze) zieht mit dem rein sensiblen Ast des N. perinealis superficialis zur Haut der After-, Perineal- und Dammgegend. Er gibt außerdem die Nn. scrotales dorsales an das Skrotum und die Nn. labiales an die Vulva ab. Die Nn. rectales caudales gehen bei den Fleischfressern aus dem N. pudendus hervor und versorgen mit dem Ramus m. coccygei und dem Ramus m. levatoris ani den M. sphincter ani externus, den M. coccygeus medialis und lateralis und den M. levator ani (Bennett, 1976; Frewein und Vollmerhaus, 1994; Sharp, 1995; Nickel et al., 2001).

Der N. gluteus cranialis (L6, L7) geht aus dem Beckenteil des Plexus lumbalis hervor und versorgt den M. gluteus medius, M. piriformis, M. gluteus profundus und den M. tensor fasciae latae.

Aus dem Kaudalteil des Plexus lumbosacralis (L6 – S2) entspringt der N. cutaneus femoris caudalis, der mit den Nn. clunium caudales die Haut der Hinterbackengegend sensibel innerviert. Zudem entlässt der hintere Anteil des Nervenplexus (L7, S1, S2) den N. gluteus caudalis, der zum M. gluteus superficialis, dem kranialen Anteil des M. biceps femoris und dem M. gluteofemoralis zieht.

Die Nn. pelvini (S1 – S3) dienen der vegetativen Innervation von Harnblase, Mastdarm, Uterus und Vagina.

Den stärksten Nerven zur Innervation der Hintergliedmaße bildet als Fortsetzung des Truncus lumbosacralis (L6 – S2) der N. ischiadicus (Abb. 2). Er verläuft medial der Darmbeinschaukeln entlang über die Incisura ischiadica major und die Dorsalseite des Hüftgelenks am Corpus ossis ischii lateral vorbei (Chambers und Hardie, 1986; Eaton-Wells et al., 1990). Er liegt dabei über den Anteilen der Mm. gemelli, des M. obturatorius internus,

des M. quadratus femoris, der Mm. adductores und des M. semimembranosus und wird vom M. biceps femoris und M. gluteus superficialis bedeckt. Kaudal des Femurkopfes zieht er nach distal, um sich auf mittlerer Höhe des Oberschenkels in den N. fibularis communis und den N. tibialis aufzuteilen.

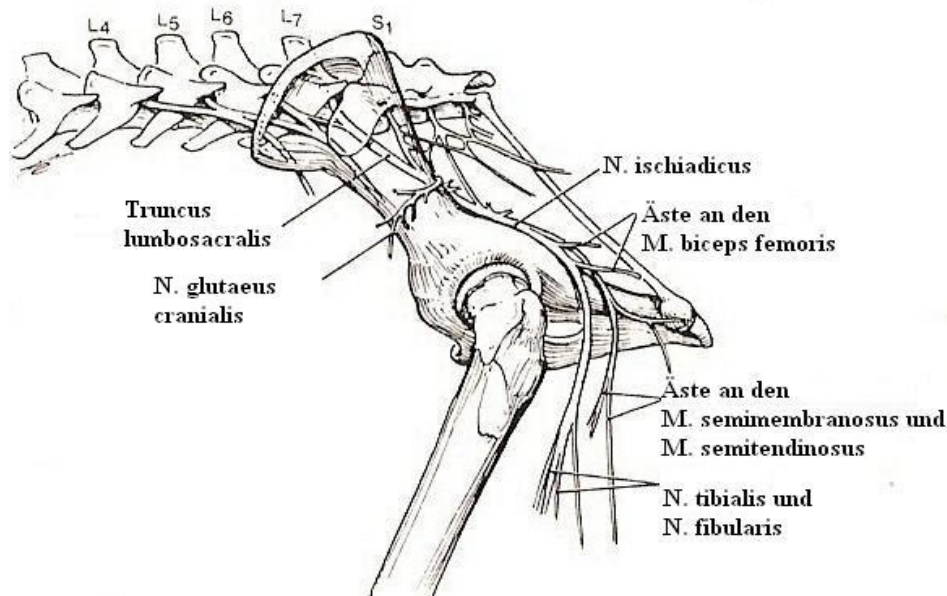


Abb. 2: Topographische Beziehung zwischen den Beckenknochen und Lage sowie Verlauf von Plexus lumbosacralis, Truncus lumbosacralis und N. ischiadicus, modifiziert nach Chambers und Hardie (1986)

Der N. fibularis communis entlässt den N. cutaneus surae lateralis zur Innervation der Haut lateral am Kniegelenk und am Unterschenkel. Danach zieht ein Ast des N. fibularis superficialis zum Sprunggelenk, an dessen angrenzende Haut und zur Haut des Mittelfußes und der Zehen (N. digitorum dorsalis). Der N. fibularis profundus zieht als zweiter Ast zum M. tibialis cranialis, M. extensor digitorum longus, M. extensor digitorum lateralis, M. fibularis longus und M. fibularis brevis et tertius. Die abzweigenden Nn. metatarsales dorsales versorgen das Sprunggelenk und die dorsale Zehenhaut.

Der N. tibialis zieht zusammen mit der A. saphena nach plantar, wobei die Rami musculares proximales den kaudalen Anteil des M. biceps femoris und Anteile des M. semimembranosus und M. semitendinosus versorgen. Die Haut an der Hinterseite des Unterschenkels, am Sprunggelenk sowie am Mittelfuß steht über den N. cutaneus surae caudalis mit dem N. tibialis in Verbindung. Die Rami musculares distales ziehen in der Kniekehle zum M. gastrocnemius, M. soleus, M. popliteus, M. flexor digitorum superficialis und M. flexor

digitorum profundus. Der N. tibialis mündet schließlich in die Nn. plantares mediales et laterales, die als Nn. digitorum plantares die Zehengelenke und die Haut plantar des Mittelfußes und der Zehen innervieren (König, 1992; Frewein und Vollmerhaus, 1994; Nickel et al., 2001).

1.3.3. Gefäße

Die A. iliaca externa, aus der Aorta abdominalis hervorgehend, teilt sich in ihrem Verlauf in Richtung Becken in die A. femoralis und die A. profunda femoris auf. Letztere entlässt den Truncus pudendoepigastricus und die A. circumflexa femoris medialis, die medial des Hüftgelenks bis zu den Sitzbeinmuskeln zieht und den Ramus obturatorius, acetabularis, profundus und transversus zur Versorgung der tiefen medialen Beckenmuskulatur entlässt.

Die A. femoralis gibt, nachdem sie durch die Lacuna vasorum gezogen ist, die A. circumflexa femoris lateralis ab, die wiederum lateral des Hüftgelenks Teile des M. quadriceps femoris und der Glutäenmuskulatur mit Gefäßästen versorgt. Die A. circumflexa ilium superficialis ist als Abzweigung nur beim Hund vorhanden.

Etwas weiter distal zweigt die A. saphena mit einem Ramus cranialis und Ramus caudalis für die mediale Oberschenkelmuskulatur, die Haut sowie die dorsalen und plantaren Zehenarterien ab.

Die ebenfalls der A. femoralis entstammende A. genus descendens versorgt Teile der Quadrizepsmuskulatur und das Kniegelenk über das Rete articularis genus. Die Aa. caudales femoris zweigen zur Versorgung der kaudalen medialen Oberschenkelmuskulatur und der Adduktorengruppe ab.

Distal entlässt die A. femoralis die A. poplitea, die sich zur Versorgung der distalen Gliedmaßenabschnitte in die Aa. genuus, die A. tibialis caudalis, die A. tibialis cranialis und schließlich in die A. dorsalis pedis und A. arcuata aufzweigt.

Das Blut aus den Hintergliedmaßen fließt aus zahlreichen kleineren Venen in die V. saphena lateralis, die V. saphena medialis und die V. femoralis. Diese vereinen sich in der V. profunda femoris, die über die V. iliaca externa in die V. iliaca communis mündet (König, 1992; Frewein und Vollmerhaus, 1994; Nickel et al., 2001).

2. Beckenfrakturen – Allgemeines

2.1. Ätiologie, Geschlechts- und Altersverteilung

Zwischen 22 % (Hill, 1977) und 34 % (Bennett, 1975) aller Frakturen, die Hunde und Katzen erleiden, beziehen die knöchernen Strukturen des Beckens mit ein (Kolata et al., 1974; Brinker, 1975; Kolata und Johnston, 1975; Müller, 1975; Nakasala-Situma, 1979; Philipps, 1979; Böhmer, 1985; Eaton-Wells et al., 1990; Bookbinder und Flanders, 1992).

Aufgrund der dicken und kräftigen Muskulatur, die über den Beckenknochen liegt, handelt es sich selten um offene Frakturen (Bonath und Prieur, 1998; Piermattei et al., 2006), sondern wesentlich häufiger um Verletzungen, die gleichzeitig mit Frakturen an anderen knöchernen Strukturen und Weichteiltraumata assoziiert sind und damit eine gründliche und umfassende Allgemeinuntersuchung unabdingbar machen (Eaton-Wells et al., 1990; Betts, 1993; Bonath und Prieur, 1998; De Camp, 2005 a)). Böhmer (1985) berichtet hierbei von einer Inzidenz von Polytraumata von 58,6 %.

Als prädisponierende Faktoren, die das Frakturrisiko erhöhen, gelten Stoffwechselstörungen, hereditäre Knochenerkrankungen und Tumore (Bennett, 1975). Es wurde außerdem von Spontanfrakturen des Azetabulums bei Rennhunden berichtet, die einer länger andauernden kontinuierlichen Belastung ausgesetzt waren (Wendelberg et al., 1988).

Als Verletzungsursachen stehen in den meisten Siedlungsgebieten Verkehrsunfälle an erster Stelle (Zedler, 1961; Kolata et al., 1974; Kolata und Johnston, 1975; Müller, 1975; Denny, 1978; Philipps, 1979; Eaton-Wells et al., 1990; Betts, 1993; Payne, 1993; Matis, 1998 a); Matis, 2003; Tomlinson, 2003; De Camp, 2005 a)). Die Zahlen reichen dabei von 24,5 % (Böhmer, 1985; Hulse et al., 1985; Burger et al., 2005) bis 59 % (Bookbinder und Flanders, 1992) bei der Katze und 91,4 % (Vogel, 1986) bis 95,9 % (Nakasala-Situma, 1979) beim Hund. Mit 34,3 % und 45 % lagen bei Böhmer (1985) und Burger (2005) Stürze aus großer Höhe sogar noch vor dem Autounfall als Traumaursache bei Katzen. In anderen Studien lag die Inzidenz der Sturzverletzungen bei 18,7 % bei der Katze und 7,1 % beim Hund (Hulse et al., 1985).

In 27 – 46 % (Böhmer, 1985; Bookbinder und Flanders, 1992; Burger et al., 2005) der genannten Untersuchungen waren die zugrunde liegenden Traumata bei Katzen unbekannt.

Wesentlich seltener werden Biss- und Schussverletzungen sowie Schläge als Ursachen der Verletzungen erfasst (Betts, 1993).

Was die Geschlechtsverteilung der verunfallten Tiere anbelangt, konnten unterschiedliche Ergebnisse bei Hund und Katze festgehalten werden. Dabei waren mit 51,2 % (Böhmer, 1985) mehr weibliche Katzen als Kater betroffen. Bei den untersuchten Hunden lagen mit 54,4 % (Nakasala-Situma, 1979) und 64,3 % (Kolata und Johnston, 1975) die männlichen Tiere vor den weiblichen. Bei Messmer (1995) und Strodl (2000) lagen in einer gemischten Population aus Hunden und Katzen ebenfalls die männlichen Tiere vorne. Mit 90 % bei den Hunden und 56 % bei den Katzen (Messmer, 1995) überwogen dabei die nicht kastrierten Tiere. In anderen Studien hingegen war die Verteilung zwischen den beiden Geschlechtern nahezu ausgeglichen (Bookbinder und Flanders, 1992).

Grundsätzlich können Tiere aller Altersstufen Beckenfrakturen erleiden, es wird jedoch eine höhere Disposition jüngerer Tiere beobachtet (Bookbinder und Flanders, 1992; Fossum, 2002; Tomlinson, 2003; Burger et al., 2005). Die prozentualen Anteile der Tiere, die zum Zeitpunkt des Traumas jünger als ein Jahr sind, reichten von 24,6 % (Messmer, 1995) über 31,3 % (Vogel, 1986) bis hin zu 48,7 % (Böhmer, 1985) und 50 % (Philipps, 1979). In 20,5 % der Fälle waren in der Untersuchung von Böhmer (1985) und in 26,5 % bei Messmer (1995) die Katzen im Alter von ein bis zwei Jahren und in 5,9 % bei Böhmer (1985) Tiere älter als vier Jahre betroffen. In der Studie von Hill (1977) waren 57 % der Katzen und bei Denny (1978) 60 % der Hunde jünger als zwei Jahre.

2.2. Krafteinwirkung und Topographie der Beckenfrakturen

Aufgrund der speziellen Beckenringstruktur und des Wegs der Kraftübertragung traten in nur 7,7 % (Messmer, 1995), 10 % (Nakasala-Situma, 1979) und 15,8 % (Böhmer, 1985) der jeweilig untersuchten Patienten isolierte, singuläre Frakturen eines einzelnen Beckenknochens auf.

Mit 84,2 % (Böhmer, 1985), 89,7 % (Nakasala-Situma, 1979), 92,3 % (Messmer, 1995) bis hin zu 98 % (Vogel, 1986) berichten mehrere Autoren von einem überwiegenden Auftreten multipler Beckenfrakturen und einem damit einhergehenden Verlust der Kraftübertragung von der Hintergliedmaße auf die Wirbelsäule durch Zerstörung des Gewicht tragenden Beckenringes (Matis, 1998 a); Olmstead, 1998 a); Fossum, 2002; Tomlinson, 2003; De

Camp, 2005 a); Piermattei et al., 2006). Eine Ausnahme davon können junge Tiere mit einer höheren Knochenelastizität darstellen (Eaton-Wells et al., 1990; Tomlinson, 2003).

In einer Studie von Messmer (1995) hatten von 556 untersuchten Tieren 16,5 % zwei, 24,1 % drei, 21,2 % vier, 17,9 % fünf und 12,4 % zwischen sechs und elf festgestellte Frakturen der Beckenknochen. Die durchschnittliche Anzahl an Beckenfrakturen untersuchter Hunde und Katzen lag in dem Bereich zwischen zwei und sechs Frakturen (Brinker und Braden, 1984; Vogel, 1986; Bookbinder und Flanders, 1992).

An den Beckenknochen können zahlreiche unterschiedliche Frakturkonfigurationen entstehen, da die einwirkenden mechanischen Kräfte bei einem Trauma aus vielen Richtungen mit differierender Stärke auf das Becken treffen. Die entstehenden Frakturen treten dabei in typischen sagittalen und transversalen Kombinationen auf.

Trifft beispielsweise eine Kraft direkt von hinten auf das Becken, kommt es häufig zur Luxation im Iliosakralgelenk, zur Beckensymphysiolyse und zur Fraktur der Darmbeinflügel (Hulse et al., 1985; Olmstead, 1998 a); Olmstead und Matis, 1998 c)). Eine Fraktur der Ala ossis ilii und eine Luxation im Iliosakralgelenk können auch durch einen Schlag auf den Tuber coxae hervorgerufen werden (Böhmer, 1985). Erfolgt der Aufprall hingegen seitlich, sieht man durch das Einpressen des Femurkopfes in das Azetabulum häufiger Azetabulumfrakturen, Frakturen des Corpus ossis ilii und des Beckenbodens mit Verlagerung der Frakturfragmente nach medial (Böhmer, 1985; Olmstead, 1998 a); Olmstead und Matis, 1998 c)). Frakturen des Sitz- und Schambeins entstehen meist durch das direkte Auftreffen des Schlages von ventral oder lateral auf den Knochen (Böhmer, 1985).

Was die Häufigkeit der Beteiligung der einzelnen Knochen des Beckens angeht, liegen aus den bisherigen Untersuchungen von Hunden und Katzen unterschiedliche Ergebnisse vor.

Das Ilium war demnach in 18 – 46 % der Beckenfrakturen beteiligt (Zedler, 1961; Henry, 1985; Betts, 1993; Payne, 1993). Davon wichen mit einem Anteil an den Beckenfrakturen von 11,4 % (Messmer, 1995), 11,8 % (Böhmer, 1985), 13,3 % (Nakasala-Situma, 1979), 15,5 % (Vogel, 1986) einige Untersuchungen ab. Der umgerechnete Patientenanteil betrug in einer Untersuchung an Katzen 48,5 % (Bookbinder und Flanders, 1992).

Eine Beteiligung des Azetabulums fand sich in 6,9 % (Böhmer, 1985; Messmer, 1995), 10,7 % (Vogel, 1986), 12,2 % (Nakasala-Situma, 1979), 14,6 % (Betts, 1993; Payne, 1993) und 17,5 % (Bookbinder und Flanders, 1992) der einzelnen Fallstudien, bezogen auf die jeweilige Gesamtanzahl an Beckenfrakturen. Die Patientenbeteiligung betrug 42,2 % der Hunde und 25 % der Katzen in den Ergebnissen von Zedler (1961).

Luxationen im Iliosakralgelenk hatten einen Anteil von 16 % (Bennett, 1975), 18,6 % (Böhmer, 1985) bis 21,7 % (Montavon, 1985; Messmer, 1995) der Beckenfrakturen. Davon abweichend lag der Anteil bei nur 8,3 % bei der Untersuchung von Vogel (1986) an Hunden. Eine entsprechend hohe Patientenbeteiligung konnte mit 59,2 % bei der Untersuchung von Katzen durch Bookbinder und Flanders (1992) festgestellt werden.

Im Vergleich mit Hunden treten bei Katzen wesentlich häufiger Luxationen im Iliosakralgelenk und seltener Azetabulumfrakturen auf. Beidseitige Luxationen im Iliosakralgelenk ohne begleitende Beckenbodenfrakturen werden sogar fast ausschließlich bei Katzen vorgefunden (Matis, 2006).

Das Schambein war in 26,2 % (Böhmer, 1985), 29 % (Messmer, 1995), 31,9 % (Vogel, 1986) und 35,7 % (Nakasala-Situma, 1979) der Studienfälle frakturiert. Die umgerechnete Patientenbeteiligung betrug bei Zedler (1961) 82,2 % der Hunde und 78,6 % der Katzen.

Eine Sitzbeinfraktur wurde in den genannten Studien in 21,8 % (Böhmer, 1985), 22,9 % (Nakasala-Situma, 1979), 25,4 % (Messmer, 1995), 26 % (Bookbinder und Flanders, 1992) und 29,6 % (Vogel, 1986) der diagnostizierten Beckenfrakturen gefunden. Auch hier war die Häufigkeit betroffener Tiere bei der Untersuchung von Zedler (1961) mit 61,5 % der Hunde und 67,9 % der Katzen hoch.

Eine Sakrumfraktur lag mit einem Patientenanteil von jeweils 8,5 % (Böhmer, 1985) und 19,4 % (Bookbinder und Flanders, 1992) bei Katzen deutlich höher als bei Hunden mit 1,3 % (Nakasala-Situma, 1979) und 5,2 % (Zedler, 1961).

Eine Beckensymphysiolyse lag bei 2,1 % (Nakasala-Situma, 1979), 4 % (Vogel, 1986) und 6,2 % (Böhmer, 1985; Messmer, 1995) der Beckenfrakturen vor.

Nach der Untersuchung von Bookbinder und Flanders (1992) waren in ca. 90 % der diagnostizierten Beckenfrakturen bei der Katze die knöchernen Strukturen des Beckenbodens mitbeteiligt.

Isolierte Abrisse von Knochenvorsprüngen ohne Einbeziehung des knöchernen Beckenringes wurden nur sehr selten gefunden (Eaton-Wells et al., 1990; Betts, 1993; De Camp, 2005 a)).

Bilaterale Frakturen fanden sich zu 31,6 % am Schambein, 22,3 % am Sitzbein, 11,7 % am Darmbein, 4,1 % (Messmer, 1995) und 37 % am Iliosakralgelenk (Burger et al., 2005) und zu 1,5 % am Azetabulum (Vogel, 1986).

Eine bilaterale Beteiligung von Ilium, Pubis und Ischium lag bei 3,1 % (Vogel, 1986) der Patienten vor. Eine bilaterale Diastase kombiniert mit Beckenbodenfrakturen lag bei

Bookbinder und Flanders (1992) bei einer Wahrscheinlichkeit von 8,7 %, während sie in der Untersuchung von Burger (2005) in 47 % der Fälle gefunden wurde.

Im Folgenden sollen die bislang ermittelten prozentualen Häufigkeiten der wichtigsten Frakturkombinationen kurz dargestellt werden.

Ipsilaterale Kombinationsfrakturen von Ilium, Pubis und Ischium fanden sich in 3,6 % (Messmer, 1995) und 11,7 % (Vogel, 1986) der Fälle. In 3,9 % (Vogel, 1986) lag eine ipsilaterale Ilium- und kontralaterale Pubis- und Ischiumfraktur vor. In 4,3 % (Messmer, 1995) und 6,25 % (Vogel, 1986) waren ipsilateral das Ilium und sowohl ipsi- als auch kontralateral Pubis und Ischium frakturiert. Zu 3,1 % (Vogel, 1986) bei Hunden und 17,5 % (Burger et al., 2005) bei Katzen fand sich eine ipsilaterale Ilium-, Pubis- und Ischiumfraktur in Kombination mit einer kontralateralen Luxation im Iliosakralgelenk und einer Pubis- und Ischiumfraktur. Eine Azetabulumfraktur mit ipsilateraler Pubisfraktur in 6,25 % und mit ipsilateraler Pubis und Ischiumfraktur in 9,4 % (Vogel, 1986). Eine ipsilaterale Serienfraktur von Ilium, Azetabulum, Pubis und Ischium zeigten 3,1 % der Hunde in der Untersuchung von Vogel (1986). Die Kombination ipsilaterale Azetabulum-, Pubis- und Ischiumfraktur zusammen mit einer kontralateralen Pubis- und Ischiumfraktur hatten 3,1 % der Tiere bei Vogel (1986).

Frakturen, die sowohl den vorderen als auch den hinteren Beckenring involvieren, traten in 39,5 % der Fälle von Böhmer (1985) auf. Am häufigsten lag dabei die Kombination Luxation im Iliosakralgelenk und kontralaterale Ischium- und Pubisfraktur mit 19,6 % (Böhmer, 1985) vor, wobei Messmer (1995) eine Gesamtinzidenz dieser Kombination von 3,6 % festhielt.

Eine sehr geringe Wahrscheinlichkeit bestand für das Auftreten einer ipsilateralen Luxation im Iliosakralgelenk zusammen mit einer Femurluxation oder Femurkopffraktur (Bookbinder und Flanders, 1992).

Abspaltungen der Ala ossis sacri lagen in der Untersuchung von Böhmer (1985) bei 53,3 % der Katzen mit Sakrumfrakturen vor und waren in 65 % (Anderson und Coughlin, 1997) bis 100 % (Böhmer, 1985) der Fälle mit einer Luxation im Iliosakralgelenk kombiniert.

Insgesamt gibt es an die 71 unterschiedliche Kombinationsmöglichkeiten, auf die hier nicht alle eingegangen werden soll.

Nach Böhmer (1985) waren insgesamt rund zwei Drittel der Beckenfrakturen mittelgradig disloziert und in 40,8 % der Fälle bestand eine Einengung der Beckenhöhle.

2.3. Klinische Symptomatik und Diagnostik

2.3.1. Klinische Untersuchung und Symptomatik

Traumapatienten werden bei Vorstellung zunächst einer vorsichtigen aber gründlichen Allgemeinuntersuchung zur Beurteilung des Gesamtzustandes unterzogen. Erfordert es der Kreislaufzustand des Tieres, muss vor einer weitergehenden Diagnostik eine Stabilisierung der Kreislaufsituation und eine Therapie des Schockzustandes mit entsprechenden Infusionen, Analgetika etc. durchgeführt werden (Eaton-Wells et al., 1990; Betts, 1993; Innes und Butterworth, 1996; Brinker et al., 1997; Bonath und Prieur, 1998; Denny und Butterworth, 2000; Matis, 2003). Aufgrund des in vielen Fällen vorliegenden hypovolämischen Schocks mit renaler Dysfunktion sollten dabei statt nichtsteroidaler Antiphlogistika besser Opioide zur Analgesie verwendet werden (Denny und Butterworth, 2000).

In der sich anschließenden speziellen Untersuchung gilt auch ein besonderes Augenmerk den möglichen Begleitverletzungen wie z.B. Traumata von Thorax und Abdomen, Wirbelsäulenverletzungen und Frakturen an anderen Lokalisationen (Matis, 1998 a); De Camp, 2005 a)).

In der orthopädischen Untersuchung zeigen die Patienten sehr unterschiedliche Symptome. Häufig liegt ein starker Funktionsverlust an einer oder beiden Hintergliedmaßen vor, der sich durch reduziertes oder fehlendes Geh- und Stehvermögen äußert. Hinzu kommen bei neurologischen Schäden Ataxien, Paresen oder Paralysen. Ebenso können manchmal Adduktionsdefizite mit Ausgrätschen beobachtet werden (Zedler, 1961; Eaton-Wells et al., 1990).

Obwohl die meisten Tiere mit einer akut einsetzenden Lahmheit oder fehlender Belastung einer Gliedmaße vorgestellt werden, gibt es immer wieder Patienten die nur eine geringgradige Lahmheit zeigen und trotzdem radiologisch mäßige bis starke Frakturen des Beckens aufweisen (Betts, 1993; Olmstead, 1998 a)). In der Untersuchung von Böhmer (1985) zeigten 41,4 % der Patienten mit beidseitigen Beckenfrakturen keine und 18,6 % eine schlechte Belastung der Hintergliedmaßen. War nur ein Hemipelvis betroffen belasteten 8,7 % der Tiere gar nicht und 31,3 % schlecht (Böhmer, 1985).

Zur Überprüfung der Beckenringsymmetrie und der Gelenkfunktionen wird eine externe Palpation der markanten Knochenpunkte wie Tuber coxae, Tuber ischiadicum und Trochanter major durchgeführt (Eaton-Wells et al., 1990; Betts, 1993; Bonath und Prieur, 1998; Olmstead, 1998 a); Piermattei et al., 2006).

Bei dieser manuellen Untersuchung wird in vielen Fällen eine starke Schmerzhaftigkeit, Schwellung, abnorme Beweglichkeit und Krepitation festgestellt. In Abhängigkeit der betroffenen Beckenregion können sichtbare Knochendeformationen und Asymmetrien registriert werden (Zedler, 1961; Böhmer, 1985; Eaton-Wells et al., 1990; Bonath und Prieur, 1998).

Luxationen im Iliosakralgelenk zeigen sich dabei häufig durch Asymmetrie, Krepitation und Beweglichkeit im Bereich des Übergangs zwischen den kaudalen Lendenwirbel-dornfortsätzen, dem Kreuzbein und dem Darmbein (Olmstead, 1998 a)). Die Tiere zeigen Standschwierigkeiten und Einknicken in der Hinterhand (Bennett, 1975; Böhmer, 1985). Bei ausgedehnten Hämatomen im Bereich des Beckenbodens und Ausgrätschen der Tiere können Frakturen von Schambein und Sitzbein vorliegen (Böhmer, 1985).

Ischiumfrakturen führen zu einer Verkürzung des Abstandes zwischen Trochanter major und Tuber ischiadicum (Betts, 1993).

Nach Bennett (1975) lässt sich etwa bei der Hälfte der vorgestellten Patienten mit einer Azetabulumfraktur eine eingeschränkte Beweglichkeit und Krepitation im Hüftgelenk feststellen. Es ist demnach zu beachten, dass fehlende Schmerzäußerung und Krepitation bei Bewegung des Hüftgelenks keinesfalls das Vorliegen einer Azetabulumfraktur ausschließen können (Olmstead, 1998 a); Fossum, 2002).

Außerdem kann bei Azetabulumfrakturen die lokale Beziehung zwischen Sitzbein und Trochanter major abweichen. Wird z.B. der Femurkopf durch ein Trauma in das Azetabulum gedrückt, dann verlagert sich auch der Trochanter major nach medial. Besteht hingegen eine gleichzeitige Fraktur des Corpus ossis ilii, ist der Trochanter major häufig nach kranial verschoben (Betts, 1993; Olmstead, 1998 a)).

Bei einer vorliegenden Iliumschaftfraktur kommt es durch Verlagerung der kaudalen Frakturfragmente nach kranial zu einer Verkürzung des Abstandes zwischen Trochanter major und Os ilium (Betts, 1993).

Neben der äußeren Palpation empfiehlt es sich auch eine vorsichtige digitale rektale Untersuchung des Beckenkanals durchzuführen, um Einengungen und Rektumperforationen

diagnostizieren zu können (Eaton-Wells et al., 1990; Betts, 1993; Bonath und Prieur, 1998; Olmstead, 1998 a); Denny und Butterworth, 2000).

Eine neurologische Untersuchung ist ebenfalls unabdingbar, wenn der Zustand des Patienten es zulässt, um Aufschlüsse über den Grad einer möglichen Nervenverletzung, insbesondere das Vorhandensein tiefen Schmerzempfindens, zu gewinnen (Hulse et al., 1985; Denny und Butterworth, 2000). Dabei gilt jedoch zu beachten, dass eine starke Schmerzhaftigkeit auch zu falsch negativen Befunden wie dem Fehlen der Propriozeption führen kann (Betts, 1993; Piermattei et al., 2006).

Auf die Häufigkeit und das Erscheinungsbild möglicher Begleitverletzungen wird im übernächsten Kapitel eingegangen.

2.3.2. Bildgebende Diagnostik

Das Anfertigen von Röntgenaufnahmen ist für eine definitive Diagnose, zur späteren Operationsplanung, zur prognostischen Beurteilung und zur Abschätzung des Kostenaufwandes unverzichtbar (Bonath und Prieur, 1998; Olmstead, 1998 a); Crawford et al., 2003; Matis, 2003; Matis, 2006).

Vor der Darstellung möglicher Beckenfrakturen werden beim Traumapatienten zunächst Aufnahmen von Thorax und Abdomen angefertigt, um Verletzungen lebenswichtiger Organe auszuschließen. Bestehen dabei Zweifel an der Unversehrtheit von Blase und Urethra kann ein retrogrades Positivkontrast-Urethrozystogramm angefertigt werden. Ausscheidungsurographie, Sonographie und Urinanalyse stellen weitere Diagnostikmöglichkeiten dar (Eaton-Wells et al., 1990; Betts, 1993; Denny und Butterworth, 2000).

Zur Erzielung qualitativ guter Röntgenaufnahmen sollten Filme der Empfindlichkeitsklasse 400, Rasterkassetten mit 34 Linien/cm und eine Fokus–Film–Distanz von 75 cm Anwendung finden (Waibl, 2004).

Bei der laterolateralen Projektion des Beckens trifft der Zentralstrahl senkrecht zur Kassette auf den Trochanter major der oben liegenden Gliedmaße. Die Hinterbeine werden leicht nach kaudoverstral gestreckt und der Schwanz kaudodorsal fixiert. Bei adipösen Tieren können Schaumgummikeile unterlegt werden (Waibl, 2004). Die verletzte Beckenseite sollte unten liegen, das plattennahe Hüftgelenk sollte gebeugt und das obere gestreckt werden (Brinker, 1975; Eaton-Wells et al., 1990; Olmstead, 1998 a); Matis, 2003).

Eine laterolaterale Schrägprojektion mit einem 20- bis 30°-Winkel dient der getrennten Darstellung beider Beckenhälften. Das Becken wird durch Unterlegen eines

Schaumgummikeils um 20° gekippt, wodurch der Zentralstrahl senkrecht zur Kassette fingerbreit dorsal des Trochanter major auf die obere Gliedmaße auftrifft (Waibl, 2004). Durch diese Aufnahme werden Azetabulumfrakturen mit ihrem jeweiligen Dislokationsgrad gut dargestellt (Henry, 1985; Matis, 1996 a); Matis, 2003). Auf diese Weise können Fragmentdislokationen erkennbar werden, die auf den Standardaufnahmen nicht sichtbar sind (Eaton-Wells et al., 1990; Matis, 2005 b); Matis, 2006).

Eine symmetrische Darstellung der Beckenhälften wird durch eine ventrodorsale Aufnahme erzielt. Das Tier befindet sich dabei in Rückenlage, die Hüftgelenke sind gestreckt und der Zentralstrahl trifft senkrecht zur Kassette auf die gedachte Verbindungslinie zwischen den beiden großen Trochanteren. Die Hintergliedmaßen müssen unter leichter Innenrotation so gestreckt werden dass die Sprunggelenke dem Tisch aufliegen. Die Medianebene des Rumpfes steht senkrecht zur Kassette (Matis, 2003; Waibl, 2004; Matis, 2005 b); Matis, 2006).

Zur einseitigen Darstellung des Iliosakralgelenks und des zugehörigen dorsokraniellen Randes des Darmbeinflügels bei der Katze dient eine ventrodorsale Schrägaufnahme in Rückenlage des Tieres. Der Zentralstrahl trifft hier senkrecht zur Kassette direkt auf das darzustellende Iliosakralgelenk, wobei das gesunde Bein gleichzeitig im Hüftgelenk leicht abduziert werden sollte. Hüfthöcker, Kreuzbein und Schwanzansatz liegen der Unterlage an (Waibl, 2004).

Eine weitere Projektionsmöglichkeit bietet die ventrodorsale Projektion bei Abduktion der im Hüftgelenk gebeugten Beckengliedmaßen in Rückenlage. Der Zentralstrahl trifft hierbei in der Medianebene auf das Schambein (Waibl, 2004).

Eine dorsoventrale Spezialaufnahme des Beckens des Hundes erfolgt in Bauchlage des Tieres bei gebeugten Hüftgelenken und abduzierten Hintergliedmaßen. Der Zentralstrahl richtet sich senkrecht zur Kassette in der Medianebene auf den ersten Schwanzwirbel. Der Beckenboden sollte möglichst nahe der Unterlage anliegen, um Schrägprojektionen zu vermeiden (Waibl, 2004).

Sofern verfügbar, kann die Anfertigung computertomographischer Transversalschnitte des Beckens mit dreidimensionaler Rekonstruktion eine wertvolle Ergänzung sein (Crawford et al., 2003; Matis, 2003; Matis, 2005 b); Matis, 2006).

2.4. Frakturklassifikation

Ein Klassifikationssystem dient der Charakterisierung von Frakturlokalisationen und deren Morphologie anhand konventioneller Begriffe. Basierend auf dem AO-/ASIF–

Klassifikationssystem beim Menschen sind bislang Einteilungsschemata für Frakturen der langen Röhrenknochen und mittlerweile auch für Beckenfrakturen bei Tieren abgeleitet.

Mit diesem Klassifikationssystem können Frakturen in Abhängigkeit ihrer Schwere und Komplexizität für die verschiedenen anatomischen Lokalisationen aufgelistet werden. Die Einstufung erfolgt hierbei durch Zuweisung eines alpha-numerischen Codes für die definierte Frakturgruppe. Durch dieses Einteilungssystem können wichtige prognostische und therapeutische Informationen gewonnen werden. Eine Klassifikation bildet damit die Basis für die Auswahl angemessener Behandlungsformen und spielt eine wichtige Rolle bei vergleichenden und retrospektiven Studien über Frakturbehandlungen.

Zu den Kriterien einer Klassifizierung gehören die Pathophysiologie der Fraktur, angrenzende Weichteilschäden, die Dauer zwischen Trauma und Behandlung, Frakturstabilität und Dislokation sowie Frakturlokalisierung und Verlauf der Frakturlinien (Unger et al., 1990).

Das in den letzten Jahren von Messmer (1995) entwickelte Klassifikationssystem für Beckenfrakturen basiert, wie bereits erwähnt, ebenfalls auf dem AO-/ASIF-System, in dem jeder Fraktur ein fünfstelliger Code zugewiesen wird. Die ersten beiden Ziffern beschreiben dabei die Frakturlokalisierung, die nachfolgenden jeweils die Komplexizität der Frakturkonfiguration, die Schwierigkeit der Behandlung und schließlich die Prognose (Messmer und Montavon, 2004).

Die zu Grunde liegenden Daten basieren auf einer Untersuchung und Auswertung von Röntgenbildern von 556 Tieren aus einem 10-jährigen Zeitraum (Messmer, 1995).

Die Einteilung zur Lokalisierung der betroffenen Regionen erfolgt in die Segmente Os ilium, Azetabulum, Os ischium, Os pubis, Symphyse und Iliosakralgelenk der jeweiligen Seite. Es ergeben sich somit 11 Segmente, wobei das Os sacrum nicht berücksichtigt wird. Eine entscheidende Einflussgröße für die Einteilung bildet außerdem die Beteiligung des Gewicht tragenden Beckenringes. Es wird berücksichtigt, ob dessen Kontinuität ein- oder beidseitig durchbrochen und ob das Hüftgelenk mitbeteiligt ist (Messmer und Montavon, 2004).

Betrachtet man die einzelnen Beckenknochen, erfolgt die weitere Unterteilung anhand ihrer anatomischen Markierungen und ihrer Bedeutung in der Statik des Beckens.

Luxationen im Iliosakralgelenk werden nach Grad ihrer sagittalen Dislokation auf einer standardisierten ventrodorsalen Röntgenaufnahme des Beckens unterteilt. Die Luxation wird als gering eingestuft, wenn die Dislokation ≤ 50 % der Länge der Gelenkfläche beträgt. Liegt sie zwischen 50 und 100 %, spricht man von einer mittelgradigen und bei über 100 %

sagittaler Dislokation von einer hochgradigen Luxation im Iliosakralgelenk (Messmer und Montavon, 2004).

Beim Darmbein werden die Segmente Corpus ossis ilii und Ala ossis ilii unterschieden.

Beckenbodenfrakturen werden nach beteiligten Knochensegmenten und der Kontinuität zwischen den beiden Hemipelves eingeteilt.

Am Sitzbein unterscheidet man eine Absprengung von Knochenvorsprüngen wie dem Tuber ischiadicum von der Beteiligung des Sitzbeinkörpers und seiner Rami, die benachbarte Segmente kontaktieren (Messmer und Montavon, 2004).

Azetabulumfrakturen können in Abhängigkeit des Frakturlinienverlaufes in vier Klassen eingeteilt werden. Man unterscheidet zentrale, kraniale, kaudale und multifragmentäre meist Y-förmige Frakturen des Hüftgelenks. Hinzu kommen Frakturen mit Impression des Femurkopfes (Eaton-Wells et al., 1990; Betts, 1993; Innes und Butterworth, 1996).

Ein eigenes typisches Erscheinungsbild zeigt sich bei belastungsinduzierten Azetabulumfrakturen der Rennhunde. Hierbei verläuft die Frakturlinie von kaudodorsal durch das kaudale Drittel des Azetabulums nach kranioventral in das Ilium. Davon zweigt eine Linie nach kaudovertral ab und bildet damit, durch die Incisura acetabuli ziehend, die Form eines umgedrehten Y (Wendelberg et al., 1988).

Die Frakturen werden außerdem nach Komplexizität d.h. dem Vorliegen einfacher oder multipler Frakturlinien und ihrem Dislokationsgrad geordnet. Frakturen gelten dabei als gering disloziert wenn der Spalt 1–3 mm beträgt und als stark disloziert, wenn kein knöcherner Kontakt zwischen den Fragmenten vorhanden ist.

Die Beurteilung einer möglichen Einengung des Beckenkanals erfolgt anhand standardisierter ventrodorsaler Aufnahmen des Beckens. Als Bemessungsgrundlage dienen die Verbindungslinie X zwischen den Femurkopfmittelpunkten und eine senkrecht dazu verlaufende Linie durch den medialsten Punkt des dislozierten Fragments. Der Abstand zwischen Femurkopfmittelpunkt der betroffenen Seite und dem Schnittpunkt der Senkrechten wird als Strecke Y in Relation zur Gegenseite gesetzt. Beträgt die relative Verringerung <20 %, spricht man von einer geringgradigen, liegt sie zwischen 20 und 40 %, von einer mittelgradigen und bei über 40 % von einer hochgradigen Beckeneinengung (Messmer, 1995).

Auf diesen aufgeführten Grundlagen basierend ergeben sich nach Messmer (1995) drei große Einteilungsgruppen.

In der Gruppe I finden sich Frakturen ohne Beteiligung Gewicht tragender Elemente des Beckenringes. Mit zunehmendem Schweregrad werden hier Randfrakturen (knöcherne Absprengungen, Abriss Tuber ischiadicum), Beckenboden- und Sitzbeinkörperfrakturen erfasst. In der Untersuchung von Messmer (1995) fielen 11 % von 556 Tieren in diese Gruppe.

Mit 52,2 % lag der größte Anteil der Tiere in der genannten Untersuchung in der Gruppe II mit einseitiger Beteiligung Gewicht tragender Elemente des Beckenrings (Messmer, 1995). Die Untergruppen bilden Luxationen im Iliosakralgelenk, Iliumschaft- und Azetabulumfrakturen mit ansteigendem Schweregrad.

In die Gruppe III mit beidseitiger Beteiligung Gewicht tragender Elemente und gleicher Untergruppeneinteilung wie in Gruppe II fielen 36,9 % der Hunde und Katzen (Messmer, 1995).

In Abhängigkeit des angewendeten Unterteilungsgrades können mit diesem System über 106 verschiedene Frakturkombinationen unterschieden und hinsichtlich ihrer Prognose eingestuft werden.

Eine Klassifikation von Sakrumfrakturen ist in dem beschriebenen System nicht enthalten. Die Unterteilung kann hier zum einen in abaxiale, lateral der Foramina sacralia gelegene, und medial der Foramina befindliche axiale Frakturen vorgenommen werden (Kuntz et al., 1995). Zum anderen wird eine Klassifikation in fünf Frakturtypen beschrieben (Anderson und Coughlin, 1997). Absprengungen der Ala ossis sacri entsprechen dem Typ I und Längsfrakturen durch die Foramina ossis sacri dem Typ II. Transversalfrakturen durch das kaudale Os sacrum werden als Typ III, knöcherne Abrisse der kaudalen Knochenvorsprünge als Typ IV und kombinierte Längs- und Transversalfrakturen als Typ V bezeichnet (Anderson und Coughlin, 1997).

2.5. Kombinationsverletzungen

Traumapatienten weisen in den meisten Fällen bei Vorstellung mehrere Verletzungen auf und müssen deshalb wie bereits beschrieben einer sehr gründlichen eingehenden Untersuchung unterzogen werden. Es ist dabei besonders wichtig, Verletzungen lebenswichtiger Organe schnell zu erkennen, wobei diesen in der Versorgung natürlich Vorrang vor einer Beckenfraktur eingeräumt werden muss (Payne, 1993; Matis, 1998 b); Tomlinson, 2003;

Matis et al., 2005 a)). Bezogen auf Studienergebnisse lagen jeweils in 37,5 % (Vogel, 1986), 41 % (Nakasala-Situma, 1979), 46 % (Messmer, 1995) und 58,6 % (Böhmer, 1985) der Fälle Polytraumata vor.

2.5.1. Verletzungen von Thorax und Abdomen

25,1 % der polytraumatisierten Patienten wiesen ein Thoraxtrauma und 19,9 % ein Abdominaltrauma auf (Messmer, 1995). Andere Autoren bestätigten diese Häufigkeiten (Nakasala-Situma, 1979; Böhmer, 1985; Vogel, 1986; Burger et al., 2005). Bei Hunden mit Beckenfrakturen, die durch einen Autounfall verursacht wurden, wurde sogar bei der Hälfte der Tiere eine Verletzung des Thorax diagnostiziert (Olmstead und Matis, 1998 c)).

Zu den häufigsten Befunden gehören neben dem Pneumothorax und der Lungenkontusion auch Zwerchfellrupturen, Rippenfrakturen und eine traumatische Myokarditis. Abdominaltraumata umfassen neben Prellungen und Quetschungen auch Rupturen von Blase, Ureter, Urethra, Milz, Leber, Nieren, Darm und Prostata (Kolata und Johnston, 1975; Eaton-Wells et al., 1990; Bookbinder und Flanders, 1992; Betts, 1993; Innes und Butterworth, 1996; Bonath und Prieur, 1998; Denny und Butterworth, 2000; Tomlinson, 2003; De Camp, 2005 a); Piermattei et al., 2006).

Verletzungen des Harntraktes wurden in 0,4–1,9 % der Fälle beobachtet (Denny, 1978; Böhmer, 1985; Bookbinder und Flanders, 1992). Selcer (1982) diagnostizierte sogar bei 39 % der Patienten mit Beckenfrakturen eine Traumatisierung der Harnwege. Davon zeigten 59 % der Tiere keine klinischen Symptome und 36 % waren röntgenologisch unauffällig (Selcer, 1982), was erneut die Notwendigkeit einer sorgfältigen Diagnostik betont, um auch kleine Verletzungen des Harntraktes nicht zu übersehen. Generell kann keine Beziehung zwischen der Schwere der vorliegenden Beckenfraktur und dem Risiko einer Harnwegsverletzung hergestellt werden, aber es liegen in den meisten Fällen Frakturen des Os pubis zu Grunde (Selcer, 1982). Die häufigsten klinischen Symptome sind neben Hämaturie in 36 % der Fälle auch Anurie, Dysurie, Urämie und ein angespanntes Abdomen. Ist die Blase auf dem Röntgenbild nicht darstellbar oder sieht man ein verwaschenes Abdomen, Aszites, eine Herniation oder Retroflexio vesicae, dann sollte z.B. ein Ausscheidungsurogramm oder ein retrogrades

Urethrozystogramm angefertigt werden (Selcer, 1982).

Durch eine gründliche Adspektion und Palpation der ventralen Bauchgegend und des Damms können neben Hämatomen in der Muskulatur auch Abdominalhernien nach Abriss des M.

rectus abdominis, Hernien nach Symphysiolyse des Beckenbodens oder Lacerationen des Perineums bei offenen Frakturen diagnostiziert werden. Hernien mit vorgefallenen Bauchhöhlenorganen bergen dabei die Gefahr der Strangulation und Nekrose und offene Frakturen können durch fortgeleitete Infektionen zu schweren Septikämien führen (Betts, 1993; Fossum, 2002). Traumatisch bedingte Hernien wurden bei 1–6 % der Tiere diagnostiziert (Nakasala-Situma, 1979; Böhmer, 1985; Bookbinder und Flanders, 1992).

Obwohl Verletzungen des Darmtraktes durch Beckenfrakturen mit einer Häufigkeit von 1 % (Lewis et al., 1992) relativ selten als Kombinationsverletzung vorliegen, müssen sie immer abgeklärt werden, da sie zu einer lebensbedrohlichen septischen Peritonitis führen können (Muir, 1998). Am häufigsten liegt eine Perforation des Rektums vor, die durch eine Laceration dislozierter Fraktursegmente insbesondere des Os pubis, eine Kompression gegen das Promontorium ossis sacri oder durch plötzlich auftretende intraabdominale Druckunterschiede beim Traumageschehen verursacht wird (Lewis et al., 1992). Bei der rektalen Untersuchung gefundenes frisches Blut, palpierbare Defekte oder vorgefallenes Organmaterial aus dem Abdomen sowie Lufteinschlüsse im Bereich des Perineums auf dem Röntgenbild und labordiagnostische Veränderungen im Sinne einer Sepsis erhärten den Verdacht auf eine Verletzung des Rektums (Lewis et al., 1992; Swalec, 1994; Muir, 1998). Die Tiere können zudem einen diffusen oder lokalisierbaren Abdominalschmerz und einen verzögerten, stinkenden Kotabsatz mit Hämatochezie aufweisen (Gilmore, 1983).

Im Gegensatz zu akut auftretenden Peritonitiden stellen entero- und rektokutanöse Fistelbildungen Langzeitkomplikationen dar, die durch schwere Infektionen ebenfalls tödlich enden können (Gilmore, 1983; Swalec, 1994).

2.5.2. Verletzungen des Skelettsystems

Zwischen 33,6 % (Vogel, 1986), 55 % (Messmer, 1995), 56,4 % (Böhmer, 1985) und 58,9 % (Nakasala-Situma, 1979) der polytraumatisierten Patienten hatten Verletzungen des Skelettsystems.

Davon lagen Femurfrakturen mit 15,6 % (Messmer, 1995) bis 22,4 % (Böhmer, 1985) an erster Stelle. An zweiter Stelle lagen mit 11–14,1 % die Femurluxationen (Denny, 1978; Bookbinder und Flanders, 1992; Messmer, 1995). Die Angaben von Zedler (1961) lagen mit 11,9 % und 10,4 % von 135 Hunden knapp darunter.

Die Inzidenz von Sakrumfrakturen reichte von 1,3 % (Nakasala-Situma, 1979), 8,5 % (Böhmer, 1985) und 9,2 % (Messmer, 1995) bis 19 % (Bookbinder und Flanders, 1992).

Tibia- und Fibulafrakturen stellten in manchen Studien die zweithäufigste Kombinationsverletzung des Skeletts dar, lagen aber laut Messmer (1995) und Zedler (1961) bei 4,6–5,2 % der knöchernen Traumata.

Wirbelfrakturen wiesen eine Häufigkeit von 4,8 %, Schwanzwirbelluxationen von 3,4 % und Frakturen anderer Knochen wie Humerus, Radius, Ulna und Rippen von 0,9 % auf (Messmer, 1995).

2.5.3. Verletzungen des Nervensystems

Das Nervensystem war in Studien in durchschnittlich 15–20 % der Polytraumata involviert (Nakasala-Situma, 1979; Böhmer, 1985; Sharp, 1995; Burger et al., 2005). Obwohl in 88 % der Fälle die Schädigung im Bereich des Plexus lumbosacralis zu finden ist (Böhmer, 1985; Sharp, 1995), dürfen evtl. vorliegende Wirbelfrakturen und -luxationen nicht übersehen werden, die zu einer ähnlichen Symptomatik führen können (Denny und Butterworth, 2000).

Eine Hyperreflexie (Oberes Motorisches Neuron, OMN) an beiden Hintergliedmaßen lässt auf eine Schädigung der Nervenstrangsegmente im Bereich von T3 bis L3 schließen. Ein Unteres Motorisches Neuron (UMN) mit einer Hyporeflexie spricht für die Beteiligung der Segmente im Bereich L4 bis S3 (Sharp, 1995).

Sowohl ein stumpfes Trauma durch Verkehrsunfälle, Schläge und Stürze als auch ein so genanntes scharfes Trauma durch Schuss-, Biss- und Schnittverletzungen führt zu Quetschungen und partiellen oder kompletten Zusammenhangstrennungen peripherer Nerven. Die Nervenbahnen der Hintergliedmaße sind aufgrund ihres proximalen Verlaufs nahe an den Beckenknochen besonders gefährdet (Bonath und Prieur, 1998).

Lähmungen peripherer Gliedmaßenerven äußern sich zum einen in Bewegungsstörungen und zum anderen in Störungen der Sensibilität, was besonders in den ersten drei Wochen nach einem Trauma durch ungewohnte Reizempfindungen und Phantomschmerzen zur Automutilation führen kann (Bonath und Prieur, 1998). Außerdem kann eine schnell fortschreitende neurogene Atrophie der betroffenen Muskelpartien beobachtet werden (Bennett, 1975; Sharp, 1995).

Man unterscheidet drei Formen bzw. Schädigungsgrade bei peripheren neurologischen Traumata.

Eine **Neurapraxie** beschreibt eine leichte, zeitlich begrenzte Funktionseinschränkung, die durch Kompression, Überdehnung und Ischämie verursacht wird. Das Bindegewebe und das Axon weisen leichte strukturell reversible Veränderungen auf. Das Schmerzempfinden ist weiterhin vorhanden, wobei Motorik und Propriozeption eingeschränkt sind. Dieser Grad der Nervenläsion weist in den meisten Fällen eine sehr gute bis gute Prognose auf (Gilmore, 1984).

Eine teilweise Zerstörung von Nervenfasern durch eine stärkere Quetschung wird als **Axonotmesis** bezeichnet. Die Kontinuität des Axons ist unterbrochen wobei die Nervenhülle noch intakt ist.

Eine **Neurotmesis** umfasst eine völlige Zerstörung des Axons und der Nervenfasershülle durch Ruptur des Nerven und ist in der Regel mit einer schlechten Prognose verbunden (Gilmore, 1984).

Bei einer vorliegenden Axonotmesis und Neurotmesis kommt es zum Absterben des Axons distal der Läsion durch eine Waller'sche Degeneration. Schädigungen am proximalen Nervensegment führen zu einer zentralen Chromatolyse am Zellkörper, die bei Wiederherstellung der Kontinuität des Axons reversibel ist oder bei irreversiblen Schäden zur Bildung von Amputationsneuromen führen kann.

Eine Regeneration von Axonen ist dann möglich, wenn nur ein Teil der Nervenfasern geschädigt wurde, die Myelinscheide noch intakt ist und zusätzlich benachbarte Axone aussprossen. Die Regeneration entlang der intakten Basallamina der Schwann'schen Zellen erfolgt mit einer durchschnittlichen Wachstumsrate von 1–2 mm/Tag (Gilmore, 1984).

Chronische Kompressionen und Einklemmungen von Nerven führen zu einer progressiven Demyelinisierung bei intaktem Axon (Bonath und Prieur, 1998). Die Bildung von dichtem fibrösem Gewebe kann zu einer verzögerten Entstehung von Neuropathien führen (Walker, 1981).

Iliumfrakturen mit kраниomedialer Dislokation stellten mit 53 % (Jacobsen und Schrader, 1987) bis 69 % (Bookbinder und Flanders, 1992) die häufigste Ursache von neurologischen Schäden durch Beckenfrakturen dar (Chambers und Hardie, 1986). In 31 % (Bookbinder und Flanders, 1992) bis 41 % (Jacobsen und Schrader, 1987) der Fälle lagen Luxationen im Iliosakralgelenk und in 6 % (Jacobsen und Schrader, 1987) Azetabulumfrakturen zu Grunde. Eine Sonderstellung nehmen Sakrumfrakturen ein, die zu ca. 77 % bei der Katze mit neurologischen Defiziten assoziiert sind (Bookbinder und Flanders, 1992). Dabei führen

axiale Frakturen zu deutlich schwereren neurologischen Symptomen als abaxiale Frakturlokalisationen und können Defizite in den Hintergliedmaßen und im Perineum, Schwanzlähmungen sowie Harn- und Kotinkontinenz verursachen (Kuntz et al., 1995). Insbesondere Querfrakturen vom Typ III, die durch die Foramina sacralia ziehen, können zu einer Schädigung der kaudalen Anteile des Plexus lumbosacralis führen (Anderson und Coughlin, 1997).

Als typische neurologische Symptome stellten Jacobsen und Schrader (1987) in ihrer Untersuchung an 23 Hunden und 11 Katzen bei 76 % eine herabgesetzte Propriozeption, bei 44 % eine eingeschränkte Motorik, bei 35 % einen reduzierten Patellarreflex, bei 21 % einen verminderten Analtonus, bei 15 % eine Hyporeflexie des Tibialis-cranialis-Reflexes und bei 6 % einen verminderten Schwanztonus fest.

Neben dem klinischen Erscheinungsbild und den gesammelten Ergebnissen einer neurologischen Untersuchung kann die Durchführung einer Elektromyographie (EMG) nach durchschnittlich 7 bis 10 Tagen zusätzlich Aufschluss über die Schädigung geben. Eine neurologische Funktionseinschränkung zeigt sich hierbei durch verlängerte Überleitungszeiten und eine verringerte Amplitude des Muskelelerregungspotentials (Walker, 1981; Bonath und Prieur, 1998).

Ist der proximale lumbosakrale Nervenstamm geschädigt, sind die Tiere unfähig, die Hüfte zu strecken, das Knie zu beugen sowie das Sprunggelenk und die Zehen zu bewegen. Eine Streckung des Knies (N. femoralis) ist ihnen jedoch weiterhin möglich (Sharp, 1995).

Mit 0,6–10,5 % lag am häufigsten eine Beeinträchtigung des N. ischiadicus vor (Denny, 1978; Nakasala-Situma, 1979; Böhmer, 1985; Bookbinder und Flanders, 1992), wobei 2 % der Tiere eine Paralyse aufwiesen (Denny, 1978). Oftmals kann der Ort der Schädigung in dem Bereich zwischen Trochanter tertius und Corpus ossi ischii gefunden werden (Chambers und Hardie, 1986). Die Tiere zeigen eine Lähmung der distal des Kniegelenks gelegenen Muskulatur. Sie schleifen die Gliedmaße mit überköteter Pfote und gestrecktem Sprung- und Kniegelenk nach (Bennett, 1976; Bonath und Prieur, 1998). Die Funktion der Glutäalmuskulatur bleibt erhalten und das Knie kann gebeugt werden, wenn sich die Läsion distal des Trochanter major befindet (Sharp, 1995). Der Grad der möglichen Sprunggelenksbeugung bei Auslösen des Flexorreflexes bildet einen wichtigen Indikator für

die Funktionsstörung des N. ischiadicus (Sharp, 1995). Außerdem kann ein teilweiser bis kompletter Verlust der Hautsensibilität an dem zugehörigen Dermatome kaudolateral an der Gliedmaße festgestellt werden.

Bei einer reinen Paralyse des N. tibialis kann das Sprunggelenk nicht mehr gestreckt werden. Die Tiere zeigen eine plantigrade Fußung und eine gestörte Innervation der kaudodistalen und plantaren Hautareale.

Eine Lähmung des N. fibularis äußert sich neben Defiziten in der Propriozeption auch durch den Verlust der Hautsensibilität im kraniodistalen und dorsalen Hautbereich sowie der Unfähigkeit zur Flexion des Tarsalgelenks (Sharp, 1995).

Eine Schädigung des N. femoralis findet sich relativ selten und äußert sich neben einem herabgesetzten oder fehlenden Patellarreflex typischerweise in der Unfähigkeit des Tieres, das Knie zu strecken, was durch den Funktionsausfall des M. quadriceps femoris bedingt ist. Das Kniegelenk kann weder belastet noch fixiert werden und das Gangbild ist dadurch in schwerem Maße gestört. Die Hautsensibilität ist auf der medialen Seite der Gliedmaße bis hinunter zu den Zehen herabgesetzt (Sharp, 1995). In den meisten Fällen wird dies durch Luxationen im Iliosakralgelenk mit starker Dislokation nach kranial, ventral und medial verursacht (Hulse et al., 1985; Bonath und Prieur, 1998).

Der N. fibularis war bei 0,4 % der Patienten geschädigt, der N. pudendus bei 2–6,8 % und die kaudalen Schwanznerven bei 7,9–10,5 % (Denny, 1978; Nakasala-Situma, 1979; Böhmer, 1985; Bookbinder und Flanders, 1992). Schädigungen von N. pudendus, Nn. sacrales und Nn. coccygeales äußern sich in einem reduzierten Analreflex, einem verminderten Sphinktertonus von Anus und Urethra und einer Lähmung des Schwanzes (Sharp, 1995).

2.6. Prognose, Komplikationen, Früh- und Spätschäden

2.6.1. Chirurgisch versorgte Beckenfrakturen

Frakturheilung und Dauer der klinischen Rehabilitation sind im Allgemeinen vom Alter des Patienten, der Art der Fraktur, der Anzahl und Schwere von Kombinationsverletzungen, möglicherweise aufgetretenen Infektionen und Durchblutungsstörungen sowie von eventuell schon bestehenden Knochenerkrankungen abhängig. Kontrollierbare Einflussfaktoren bilden der Zeitpunkt der operativen Versorgung, die Art der Reposition und Fixation, die iatrogene

Traumatisierung von Weichteilgewebe, die Aseptik und die postoperative Ruhigstellung. Frakturen sollten möglichst bald versorgt werden, insofern es der Zustand des Patienten zulässt, da eine zunehmende Schwellung der Weichteilgewebe und Kontraktion der Muskulatur die Reposition erheblich erschweren. Eine fortschreitende Kallusbildung und Hämatomorganisation erschweren zudem das Erkennen von Frakturlinien und erhöhen die intraoperative Blutungsneigung (Matis et al., 1993).

Frakturen, die mit einer starren Fixation (Osteosyntheseplatten) versorgt werden, heilen durch die direkte Verbindung der Fraktarenden. Die durchschnittliche Heilungsdauer beträgt dabei vier Wochen bei einem sehr jungen Tier im Alter von bis zu drei Monaten, zwei bis drei Monate bei einem drei bis sechs Monate alten Tier, drei bis fünf Monate bei einem Tier, das jünger als ein Jahr ist und schließlich zwischen fünf und zwölf Monate bei älteren Patienten (Matis et al., 1993).

Im Vergleich zu Hunden besitzen Katzen ein besseres Kompensationsvermögen und die Funktionalität der Gliedmaße kann durch das geringere Gewicht schneller wieder hergestellt werden. Dem entgegen steht jedoch auch die Tatsache, dass die Knochenstruktur der Katze wesentlich spröder ist und sie eine dünnere Kortikalis aufweisen. Demnach finden sich bei Katzen häufiger multiple Splitterfrakturen als bei Hunden (Matis, 2001; Matis, 2004 a); Matis, 2004 b); Matis, 2006).

Wie bereits erwähnt, kann die Prognose von Beckenfrakturen anhand der Frakturklassifikation bis zu einem gewissen Grad abgeschätzt werden. Frakturen, die zu einer ein- oder beidseitigen Instabilität der Gewicht tragenden Achse zwischen Iliosakralgelenk, Iliumschaft und Azetabulum führen und gleichzeitig eines oder beide Hüftgelenke involvieren, sind als prognostisch vorsichtiger einzustufen als einfache Randfrakturen (Messmer, 1995).

Eine operative Versorgung zur Wiederherstellung der Kontinuität des Beckenringes muss belastungsstabil erfolgen, um dem Patienten rasch die Motilität zurückzugeben (Bonath und Prieur, 1998).

Obwohl auch die konservative Therapie in Abhängigkeit von der Komplexität der Beckenfrakturen gerade bei Katzen bislang gute Ergebnisse lieferte (Hill, 1977), bietet die qualitativ gute operative Versorgung dem Patienten eine schnellere Erholung. Durch eine stabile Fixation wird die Häufigkeit von Spätschäden reduziert (Robins et al., 1973; Matis, 1994 a); De Camp, 2005 a)).

Isolierte einfache Iliumschaftfrakturen und wenig dislozierte Beckenbodenfrakturen weisen im Allgemeinen eine sehr gute Prognose auf. Die Prognose von Azetabulumfrakturen hängt im Wesentlichen von der anatomisch korrekten Reposition der Hüftgelenkspfanne und vom Grad der Traumatisierung der Gelenkfläche ab (Matis, 1994 a); Matis, 2000; Matis, 2003; Matis et al., 2005 b)). Eine operative Fixierung eines luxierten Iliosakralgelenks reduziert die Konvaleszenzdauer von 12 auf 6 Wochen, verglichen mit der konservativen Therapie, wobei die richtige Platzierung und Eindringtiefe des Implantats von entscheidender Bedeutung ist (Fossum, 2002). Die einzelnen Versorgungsmethoden werden in einem der nachfolgenden Kapitel erläutert.

In der Untersuchung von Vogel (1986) traten bei 24,2 % von 128 Hunden postoperative Komplikationen auf. Neurapraxien wurden bei 17 % und postoperative Infektionen bei 3,9 % der Tiere beobachtet (Vogel, 1986).

Auftretende Funktionsverluste von Implantaten, sowie durch sie bedingte Irritationen am Femurkopf und Implantatbrüche, -ausrisse, -lockerungen und -infektionen können eine Implantatentfernung notwendig machen.

Zu möglichen Komplikationen und Spätschäden zählen außerdem abweichende Gangbilder aufgrund persistierender orthopädischer oder neurologischer Beeinträchtigungen, die Entwicklung degenerativer Gelenkerkrankungen und die Einengung der Beckenhöhle durch mediale Fragmentdislokation und Kallusbildung (De Camp, 2005 a)).

2.6.2. Einengung des Beckenkanals

Eine nicht behobene starke Einengung des Beckenkanals kann Obstipationen und Geburtsstörungen verursachen (Betts, 1993; Matis, 1998 a); De Camp, 2005 a)). Die Symptome entwickeln sich meist langsam und können, wenn sie übersehen werden, zu einer irreversiblen Schädigung des intramuralen Nervensystems des Darms führen. Ein operatives Eingreifen hat nur Aussicht auf Erfolg, wenn es innerhalb von maximal sechs bis 12 Monaten nach dem Trauma durchgeführt wird (Schrader, 1992; McKee und Wong, 1994). Für eine chirurgische Beseitigung der Einengung stehen mehrere Methoden zur Verfügung.

Symphysiotomie und Distraktionsosteotomie

Über einen ventralen Zugang wird die Symphyse durchtrennt, die beiden Beckenhälften auf die gewünschte Weite voneinander entfernt und schließlich ein Implantat zur Erhaltung des

Abstandes eingesetzt (Schrader, 1992; McKee und Wong, 1994; Bonath und Prieur, 1998; Matis, 2005 c)). Als Implantat kann ein 2–5 cm langes Knochentransplantat aus der Ulna, den Rippen oder dem Darmbeinflügel entnommen werden. Daraufhin werden Löcher im Abstand von 3 mm zur Symphyse in das Scham- und Sitzbein gebohrt und eine Symphysiotomie durchgeführt. Eine Hälfte des Ulnatransplantates wird kranial, die andere kaudal, mittels Kirschner-Bohrdrähten quer zwischen die distrahierten Beckenhälften eingefügt und befestigt. Die Drähte verlaufen dabei durch den Markraum der Knochenstücke und durch die vorgebohrten Löcher und werden schließlich ventral verdrillt. Ein autogenes Transplantat ist vorzuziehen, da es keine Antigenität besitzt und ein besseres Osteogenesepotential aufweist (Huber und Hiltbrand, 1990; McKee und Wong, 1994). Nach den Untersuchungen von McKee und Wong (1994) und Schrader (1992) führt diese Operationsmethode bei einem Drittel der Katzen zur vollständigen Symptombefreiheit und bei einem weiteren Drittel zu einer deutlichen Verbesserung.

Die Anwendung eines allogenen Transplantates von einer Spenderkatze zur transversalen Vergrößerung des Beckendiameters wird jedoch auch beschrieben (Evans, 1980).

Kunststoff- und Stahlimplantate werden ebenfalls erfolgreich angewendet (Ward, 1967; Leighton, 1969; Bonath und Prieur, 1998).

Ostektomie

Knochenresektionen können in unterschiedlichem Ausmaß durchgeführt und auch mit den beschriebenen Distraktionsmethoden kombiniert werden. So kann zum Beispiel durch eine Symphysektomie der benötigte Platz zum Einsetzen eines Implantates gewonnen werden (Ward, 1967; Leighton, 1969). Auch die Ostektomie einzelner, das Becken einengender Knochenvorsprünge kann zur erfolgreichen Behebung der Obstruktion führen (Schrader, 1992; McKee und Wong, 1994). Ist dies nicht ausreichend, kann eine vollständige Resektion des Beckenbodens unter Schonung des N. obturatorius oder eine partielle Hemipelvektomie mit Entfernung des einengenden Knochenteils notwendig sein (Denny und Butterworth, 2000). Die Resektion größerer Knochenanteile ist nur möglich, wenn keine Beckeninstabilität aufgrund weiterer Frakturen vorliegt und beide Iliosakralgelenke stabil sind (Denny und Butterworth, 2000).

Korrekturosteotomie

Die dreifache Beckenkorrekturosteotomie (Slocum und Slocum, 1992) wird als Therapiemethode bei Katzen mit Einengung des Beckenkanals von mehreren Autoren beschrieben (Schrader, 1992; McKee und Wong, 1994). Durch die Kippung eines Beckenabschnittes nach lateral mit leichter Medialverlagerung des Azetabulums kann eine Weitung des Beckenkanals von sieben Millimetern erzielt werden (Ferguson, 1996). In der Studie von Ferguson (1996) wird durch dieses Operationsverfahren eine vollständige Symptombefreiung erreicht.

2.6.3. Chronische Obstipation und Megakolon

Aufgrund persistierender Beckenkanaleinengungen, die häufig durch starke Kallusbildung medial dislozierter Fragmente entstehen, und neurologischer Schädigung der Darminnervation kann sich ein Megakolon als Spätfolge entwickeln. Liegt das Trauma bereits länger als sechs Monate zurück, ist mit einer irreversiblen Schädigung des intramuralen Nervensystems des Colons und einer persistierenden Dysfunktion zu rechnen (Matthiesen et al., 1991; Schrader, 1992; Denny und Butterworth, 2000).

Partielle Kolektomie

Bei Vorliegen eines Megakolons verbunden mit chronischer Obstipation wird die Durchführung einer partiellen Kolektomie empfohlen (Bright, 1986; Rosin, 1988; Matthiesen et al., 1991; Schrader, 1992). In einer Untersuchung von 11 Katzen wird in 72,7 % ein sehr gutes Ergebnis ohne Komplikationen oder Rückfälle sowie eine deutliche Besserung der Symptomatik erzielt (Matthiesen et al., 1991).

Die Resektionsstellen befinden sich am Ende des Jejunums und 1–2 cm kranial des Os pubis am Colon descendens. Die Darmstümpfe werden über eine End-zu-End-Anastomose verbunden (Matthiesen et al., 1991). Zu möglichen postoperativen Komplikationen eines solchen Eingriffes, insbesondere bei Entfernung der Ileozäkalklappe, zählen Strikturen, Diarrhoe und Obstipation (Bright, 1986; Rosin, 1988).

2.6.4. Neuropathien

Das neurologische Kompressionssyndrom beschreibt eine Komplikation, die während des Heilungsverlaufs auftritt. Eine überschießende Kallusbildung bei Ilium- und Azetabulumfrakturen kann den N. ischiadicus komprimieren. Eine weitere Möglichkeit

besteht in der Einklemmung des Nervs zwischen Tuber ischiadicum und Trochanter major durch Außenrotation eines abgerissenen Sitzbeinhöckers (Bonath und Prieur, 1998).

Wie bereits angesprochen, ist die Prognose von Nervenschäden im Wesentlichen von dem vorliegenden Schädigungsgrad abhängig (Gilmore, 1984). Sie wird als gut eingestuft, wenn nicht mehr als 59 % des Nervenquerschnittes zerstört sind, wobei rein motorische oder rein sensible Nerven eine bessere Heilungstendenz aufweisen als gemischte Nerven. Die Dauer des vorliegenden nervalen Funktionsausfalls bestimmt auch die Regenerationszeit betroffener, atrophierter Muskelpartien (Bonath und Prieur, 1998).

Bei Vorliegen eines Kompressionssyndroms ist in der Regel eine chirurgische Intervention erforderlich.

Externe und interne Neurolyse und Nervennähte

Bei intakten Nervenfaserbündeln wird das überschüssige Narbengewebe mittels einer externen Neurolyse abgetragen (Walker, 1981; Chambers und Hardie, 1986; Bonath und Prieur, 1998). Eine interne Neurolyse beschreibt die Freipräparation zerrissener Nervenfaserbündel und deren Adaptation durch eine Nervennaht oder das Einsetzen eines Nerventransplantates (Swaim, 1987).

Primärnähte, die innerhalb von 12 Stunden bei einer glatten akuten Durchtrennung von Nerven durchgeführt werden, weisen eine bessere Prognose auf als Sekundärnähte zu einem späteren Zeitpunkt, bei denen die Möglichkeit einer Stumpfretraktion und der Bildung von Neuomen besteht (Bonath und Prieur, 1998).

Sehnentransposition

Als weitere Therapieoption einer persistierenden Ischiadikusparalyse wird die Sehnentransposition beschrieben. Dabei wird zunächst die Aponeurose zwischen dem Ligamentum patellae und der Endsehne des M. vastus lateralis durchtrennt. Danach wird die Sehne des M. extensor digitorum longus am Ursprung abgetrennt, durch zwei Inzisionen in der Endsehne des M. vastus lateralis hindurchgeführt und anschließend mit dieser vernäht. Um die Spannung der Ansatzsehne des langen Zehenstreckers zu erhöhen, wird diese distal des Lig. transversum des Tarsus in Falten gelegt und vernäht. Diese Operation ermöglicht dem Tier eine normale Extension und Flexion der Zehen ohne Überköten und kann im Bedarfsfall mit einer partiellen Arthrodesse im Tibiotarsalgelenk kombiniert werden (Lesser, 1978; Walker, 1981; Jacobsen und Schrader, 1987).

Schwere neurologische Schäden und Automutilation können eine Amputation der Gliedmaße erforderlich machen. Bei geringgradigen neurologischen Symptomen ist ein chirurgisches Eingreifen nicht indiziert. In den meisten Fällen kann eine vollständige Funktionswiederherstellung nach einer Ischiadikusneurapraxie innerhalb von spätestens 16 Wochen beobachtet werden (Jacobsen und Schrader, 1987).

3. Beckenfrakturen – Therapie

3.1. Allgemeines zur konservativen und chirurgischen Therapie

Die Wahl der optimalen Behandlungsmöglichkeit wird zum einen durch die Patientendaten (Alter, Nutzungstyp, Trächtigkeit etc.) und zum anderen durch die Art der vorliegenden Beckenfrakturen beeinflusst. Außerdem müssen zusätzliche Verletzungen, die Erfahrung des Chirurgen, zur Verfügung stehende Instrumente und Implantate, finanzielle Aspekte und der bereits vergangene Zeitraum seit dem Trauma berücksichtigt werden (Innes und Butterworth, 1996). Die zu erwartende Dauer und Qualität der Rekonvaleszenz sowie die Wahrscheinlichkeit der Entstehung von Spätschäden nehmen ebenfalls eine wichtige Rolle ein (Olmstead und Matis, 1998 c)).

3.1.1. Konservative Therapie

Die Entscheidung für eine konservative Therapie kann bei folgenden Ausgangssituationen getroffen werden. Es liegen einfache, kaum dislozierte Frakturen der nicht Kraft übertragenden Beckenanteile vor. Zu diesen werden isolierte Satellitenfrakturen von Sitzbein und Schambein gezählt. Beckenring und Azetabulum sind intakt und es kommt zu keiner stärkeren Einschränkung der vitalen Strukturen oder Körperfunktionen. Das Becken insgesamt ist stabil, kaum schmerzhaft und es liegt keine größere Beckeneinengung vor (Dunbar, 1984; Hulse et al., 1985; Eaton-Wells et al., 1990; Betts, 1993; Matis et al., 1993; Innes und Butterworth, 1996; Bonath und Prieur, 1998; Olmstead, 1998 a); Olmstead und Matis, 1998 c); Denny und Butterworth, 2000; Tomlinson, 2003; Piermattei et al., 2006).

Eine konservative Therapie von Beckenfrakturen erfordert eine intensive Betreuung, Nachbehandlung und ggf. physikalische Therapie. Die Bewegung des Tieres wird durch konsequente Käfigruhe von zwei bis acht Wochen eingeschränkt. Mit einer langsam aufbauenden Belastung kann nach drei Wochen vorsichtig begonnen werden. Harn- und

Kotabsatz müssen regelmäßig kontrolliert und das Lager des Patienten muss gut gepolstert werden, um der Entstehung von Dekubitus vorzubeugen (De Camp, 2005 a); Piermattei et al., 2006).

Bei der konservativen Versorgung von Azetabulumfrakturen sollte dem Patienten über die Dauer von ein bis zwei Wochen eine Ehmerschlinge angelegt werden (Matis, 2005 b); Johnson, 2007).

Im Vergleich zur chirurgischen Versorgung ist eine längere Rekonvaleszenzdauer möglich (Eaton-Wells et al., 1990; Olmstead und Matis, 1998 c); Denny und Butterworth, 2000; De Camp, 2005 a)). Bei der Untersuchung von Böhmer (1985) an Katzen und Nakasala-Situma (1979) an Hunden überwogen mit jeweils 89,7 und 94,9 % die konservativen Therapien. Obwohl sich ungefähr 75 % der Tiere mit einer konservativen Therapie erholen würden (Denny, 1978), ist die operative Versorgung in einigen Fällen angezeigt und wird auch in zunehmendem Maße durchgeführt.

3.1.2. Chirurgische Therapie

Eine erhebliche Einengung der Beckenhöhle und des Beckenkanals durch ausgeprägte Dislokation von Knochenfragmenten, eine Unterbrechung der Gewicht tragenden Strukturen des Beckenringes und durch Einklemmung oder Kompression bedingte Ausfälle des N. ischiadicus stellen wichtige Indikationen für eine Operation dar (Matis, 1998 b); Matis, 2004 a)).

Frakturen des Azetabulums mit Stufenbildung an der Gelenkfläche, insbesondere bei Beteiligung der kranialen zwei Drittel, sollten ebenfalls chirurgisch versorgt werden. Einer operativen Stabilisierung bedarf es auch bei multiplen bilateralen Frakturen, einer ausgeprägten Instabilität und bei zusätzlich vorliegenden Begleitverletzungen wie z.B. Femurluxationen oder Frakturen an langen Röhrenknochen (Brinker, 1978; Denny, 1978; Dunbar, 1984; Eaton-Wells et al., 1990; Betts, 1993; Payne, 1993; Matis, 1996 a); Bonath und Prieur, 1998; Olmstead, 1998 a); Olmstead und Matis, 1998 c); Denny und Butterworth, 2000; Tomlinson, 2003; Piermattei et al., 2006). Nicht behandelte multiple Beckenfrakturen verursachen neben Beckeneingungen vor allem degenerative Veränderungen des Hüftgelenkes, bedingt durch eine veränderte Kraftübertragung (Matis, 1996 a); De Camp, 2005 a)).

Eine chirurgische Stabilisierung sollte innerhalb von drei bis sieben Tagen erfolgen (Payne, 1993; Tomlinson, 2003), da durch die zunehmende Muskelkontraktur und Kallusbildung die Reposition erschwert wird und es dabei leichter zur Schädigung von Nerven, Gefäßen und

Weichteilgewebe kommt (Matis et al., 1993; Innes und Butterworth, 1996; De Camp, 2005 a)). Idealerweise erfolgt die Versorgung innerhalb von 48 Stunden, wenn es der Allgemeinzustand des Patienten zulässt (Denny und Butterworth, 2000). Insbesondere bei Katzen ist das Risiko eines perioperativen Kreislaufversagens jedoch groß, wenn in den ersten zwei Tagen nach dem Trauma operiert wird (Matis, 2003; Matis, 2004 b); Matis, 2005 b); Matis, 2006). Zudem sind Katzen stressanfälliger als Hunde und weisen öfter begleitende Thoraxtraumata auf (Matis, 2001; Matis, 2004 a)).

Die Osteosynthesefrequenzen lagen in der Studie von Vogel (1986) an 123 operierten Hunden bei 94,7 % für Iliumfrakturen, 94 % für Azetabulumfrakturen, 32 % für Iliosakralgelenkluxationen und 10,6 % für Ischiumfrakturen. Insgesamt lag die Osteosyntheserate bei Vogel (1986) bei 30,6 % der Patienten, die mit Beckenfrakturen vorgestellt wurden.

Die chirurgische Stabilisierung von Stressfrakturen des Azetabulums bei Rennhunden gilt als die Methode der Wahl (Wendelberg et al., 1988).

Als geeignetste Technik wird die Verwendung von Osteosyntheseplatten angesehen, die in der Regel am Beckenknochen lebenslang belassen werden. Eine Implantatentfernung ist notwendig, wenn ein Funktionsverlust durch Lockerung oder Bruch auftritt, Infektionen, Knochenatrophien oder Leckgranulome vorliegen oder das Tier funktionelle Beschwerden, z.B. bei Kälte oder extremer Belastung, erleidet (Matis et al., 1993).

Neben Miniplatten unterschiedlichster Formen kommen Rekonstruktionsplatten, T-Platten, Azetabulumplatten und schneidbare Platten zum Einsatz (Brinker und Braden, 1984; Gentry et al., 1993). Die Implantate werden von der Schweizer Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen (AO) und der Association for the Study of Internal Fixation (ASIF) klassifiziert (Fossum, 2002). Die Implantatgrößen werden nach Körpergewicht des Tieres und dem speziellen Anwendungsgebiet ausgewählt (Matis et al., 1993). Für Katzen finden hauptsächlich Osteosyntheseplatten der Größe 1.5 mm oder 2.0 mm Anwendung, deren Anmodellierung an das relativ gerade Becken der Katze einfacher ist als bei den barocken Beckenknochen des Hundes (Matis, 2004 a)).

Eine sorgfältige Blutstillung, eine anatomisch korrekte, belastungsstabile Reposition und Fixation sowie ein schichtweiser Wundverschluss unterstützen eine rasche Wiederherstellung. Eine postoperative Röntgenkontrolle dient der Absicherung der korrekten Reposition, des Sitzes des Implantats und der Überprüfung der Gelenkflächenkongruenz (Fossum, 2002).

Die postoperative Versorgung beinhaltet neben der Kontrolle von Allgemeinbefinden, sowie von Harn- und Kotabsatz bei Bedarf auch den gezielten Einsatz von Antibiotika und Analgetika. Das Lager des Patienten wird weich gepolstert und ggf. können insbesondere bei Sensibilitätsstörungen an den Gliedmaßen Schutzverbände gegen eine Automutilation angelegt werden. Eine Ruhighaltung erfolgt über vier bis sechs Wochen, und nach den ersten drei Wochen kann mit einer dosierten Bewegungstherapie in Abhängigkeit der Stabilität der gewählten Fixation begonnen werden. Das Anlegen von Fußfesseln für 5 bis 7 Tage erleichtert Tieren mit postoperativen Adduktionsdefiziten die Belastung der Gliedmaßen (Hulse et al., 1985; Matis et al., 1993; Bonath und Prieur, 1998; Fossum, 2002). Erfordern multiple Beckenfrakturen eine Versorgung in mehreren Sitzungen, sollte dem Patienten eine Erholungsphase je nach Allgemeinverfassung von etwa zwei Tagen zwischen den Narkosen eingeräumt werden (Lenehan und Tarvin, 1998).

3.2. Operative Zugänge am Becken

Vor der Auswahl des geeigneten Zugangs erfolgt ein sorgfältiges Studium der Röntgenaufnahmen. Bei multiplen Beckenfrakturen kann es erforderlich sein, mehrere Zugänge miteinander zu kombinieren (Matis et al., 1993; Matis, 2003).

Dorsolateraler Zugang zum Hüftgelenk mit Osteotomie des Trochanter major

(Eaton-Wells et al., 1990; Matis et al., 1993; Piermattei, 1996; Olmstead, 1998 b); Matis und Waibl, 1999 b); Fossum, 2002; Piermattei und Johnson, 2004; Matis, 2005 b); Johnson, 2007)
Das Tier befindet sich in Seitenlage mit oben liegender betroffener Gliedmaße.

Die Eröffnung der Haut erfolgt durch einen leicht kaudal geschwungenen Schnitt kurz unterhalb der dorsalen Medianlinie über den Trochanter major und den Kranialrand des Femurschaftes bis auf halbe Höhe des Oberschenkels. Die oberflächliche Faszie und das interfasziale Fettgewebe werden am Kranialrand des M. biceps femoris inzidiert, der daraufhin nach kaudal gezogen wird. Die tiefe Fascia lata wird über dem M. vastus lateralis eröffnet, wobei der Schnitt nach kranial und proximal zwischen Kruppenmuskulatur und M. tensor fasciae latae erweitert wird.

Anschließend wird die Endsehne des M. gluteus superficialis knapp oberhalb seiner Insertion am Trochanter tertius tenotomiert und nach kraniodorsal umgeschlagen. Zur besseren Manipulation wird der proximale Femurschaft nach subperiostaler Ablösung der kaudolateralen Portion des M. vastus lateralis mit einer Reduktionszange fixiert.

Die Osteotomie des Trochanter major wird mit einem Flachmeißel unmittelbar distal der Endsehne des M. gluteus profundus durchgeführt. Das Osteotom wird nach schräg oben ausgerichtet wobei es mit der Längsachse des Femurschaftes einen 45°-Winkel bildet (Piermattei, 1996; Off und Matis, 1997). Wird der M. gluteus profundus nicht zusammen mit dem Trochanter major abgesetzt, dann muss dessen Endsehne etwa 5 mm oberhalb der Insertionsstelle und proximal des Ansatzes des M. gluteus superficialis erfolgen.

Die mittleren und tiefen Kruppenmuskeln werden nun von der Gelenkkapsel abgelöst und nach kranial und dorsal vom Periost gelöst bis sie zur ausreichenden Darstellung von Pfannendach und Darmbeinkörper umgeschlagen werden können.

Zur Darstellung des kaudalen Randes des Azetabulums und des Sitzbeinkörpers werden die Endsehnen des M. obturatorius internus und der Mm. gemelli unterminiert und nahe ihrer Insertion in der Fossa trochanterica durchtrennt (Slocum und Hohn, 1975). Indem man einen Faden durch die Endsehnen dieser beiden Muskeln nahe ihrer Insertion zieht, können sie leicht nach der Durchtrennung nach kaudodorsal umgeschlagen und gehalten werden (Fossum, 2002). Durch Zurückschlagen dieser Muskelgruppe wird der N. ischiadicus schonend nach kaudal verlagert und der Sitzbeinkörper freigelegt (Slocum und Hohn, 1975). Der N. ischiadicus kann auch von der A. und V. glutea caudalis getrennt und mit einem Halteband vorsichtig nach kranial gezogen werden.

Bei Vorliegen einer Azetabulumfraktur ist eine sorgfältige Prüfung der genauen Lage der Fragmente an der Gelenkfläche durch Inzision der Gelenkkapsel notwendig, da die alleinige Beurteilung des Pfannendaches nicht ausreicht. Der Kapselschnitt wird am Frakturspalt beginnend entlang der Längsachse des Schenkelhalses ausgeführt (Matis, 1998 c)). Die Schnittführung darf nicht parallel zum Pfannenrand erfolgen, um die arterielle Versorgung des Hüftkopfes zu schonen und eine Wiederherstellung der biomechanisch wichtigen Kapselstabilität zu ermöglichen (Matis, 1998 a); Fossum, 2002; Matis, 2005 b)).

Der Wundverschluss erfolgt durch Vernähen der Gelenkkapsel und Reinsertion der Endsehnen des M. obturatorius internus, der Mm. gemelli und des M. gluteus profundus. Der Trochanter major wird über eine Drahtzuggurtung befestigt. Es folgt die Reinsertion des M. gluteus superficialis und der Verschluss der Wundränder des M. vastus lateralis und des M. tensor fasciae latae sowie der Fascia lata, der Subkutis und der Haut.

Indikationen zur Wahl dieses Zugangs stellen Frakturen des Azetabulums und des kaudalen Bereichs der Darmbeinsäule, Femurluxationen und Frakturen des Femurkopfes und -halses dar.

Dorsolateraler Zugang zum Hüftgelenk ohne Trochanterosteotomie

(Wadsworth und Henry, 1974; Henry, 1985; Piermattei, 1996; Matis und Waibl, 1999 c); Piermattei und Johnson, 2004)

Die Lagerung des Patienten, die Schnittführung und die Präparation bis zur Darstellung des M. gluteus superficialis erfolgen wie bei dem soeben erläuterten Zugang.

Der M. gluteus superficialis wird nach dorsokaudal retrahiert. Anschließend wird der M. gluteus medius nahe der Insertion am Trochanter major unterminiert und knochenah tenotomiert. Die Tenotomie kann auch umgangen werden, indem der M. gluteus medius lediglich nach kranial gezogen wird (Wadsworth und Henry, 1974).

Der M. piriformis wird nach Mobilisierung zusammen mit dem M. gluteus medius nach dorsal gezogen. Es folgt die Freipräparation des M. gluteus profundus, dessen Ansatzsehne knochenah tenotomiert wird. Auch diese Tenotomie kann durch subperiostales Abheben und Verlagern umgangen werden (Wadsworth und Henry, 1974).

Der tiefe Glutäalmuskel und die kranialen Bereiche der Mm. gemelli werden, soweit wie es benötigt wird, von der Gelenkkapsel und dem Ilium abpräpariert. Der N. ischiadicus kann vorsichtig mit einem Band nach kaudal gezogen werden.

Diese beschriebene Variation des dorsolateralen Zugangs gewährleistet neben der Schonung des Trochanter major eine verkürzte Operationszeit und eine raschere Wiederherstellung und größere Weichteilschonung, wenn auf die Tenotomien der Glutäalmuskeln verzichtet wird (Wadsworth und Henry, 1974).

Lateraler Zugang zum Ilium (Abb. 3)

(Hohn und James, 1966; Brown und Biggart, 1975; Henry, 1985; Matis et al., 1993; Piermattei, 1996; Lenehan und Tarvin, 1998; Matis und Brunnberg, 1999; Piermattei und Johnson, 2004; De Camp, 2005 c); Johnson, 2007)

Das Tier befindet sich in Seitenlage auf einem nach ventral gekippten Tisch mit der betroffenen Gliedmaße oben liegend.

Der Hautschnitt wird vom Kranialrand des Darmbeins über die Crista iliaca nach kaudal in Richtung der Sitzbeinhöcker bis zur Lateralfläche kaudodistal des Trochanter major geführt. Es folgt die Durchtrennung von Subkutis, Fettgewebe, Hautmuskulatur und oberflächlicher Faszie. Die Inzision der tiefen Faszie erlaubt gleichzeitig eine Durchtrennung des intermuskulären Septums zwischen M. gluteus medius und M. tensor fasciae latae. Dieser T-förmige Faszienchnitt verläuft von der Spina iliaca ventralis cranialis bis zum M. biceps femoris und zieht an dessen Kranialrand entlang.

Die Freilegung des ventralen Randes und der Lateralfläche von Darmbeinkörper und -flügel erfolgt durch subperiostales Abheben des M. gluteus medius, der nach Lösung seines Ursprungs an der Spina alaris und Trennung vom M. sartorius nach dorsal verlagert wird, und durch Freipräparation und Kaudalverlagerung des M. gluteus profundus.

Der dorsomedial der Darmbeinsäule verlaufende N. ischiadicus wird vorsichtig zur Medianen hin abgedrängt. Besondere Beachtung und Schonung erfahren zudem die A. und V. circumflexa femoris lateralis und der N. gluteus cranialis. Die A. und V. iliolumbalis können am Ventralrand des Iliums ligiert werden. Zur Platzierung von Schrauben oder einer Osteosyntheseplatte an der Ventralkante des Darmbeinkörpers muss die Darstellung durch Inzision des M. iliacus erweitert werden (Johnson, 2007).

Der beschriebene Zugang wird für die Versorgung von Darmbeinflügel und Darmbeinsäulenfrakturen und zur Durchführung einer dreifachen Beckenkorrekturosteotomie verwendet.

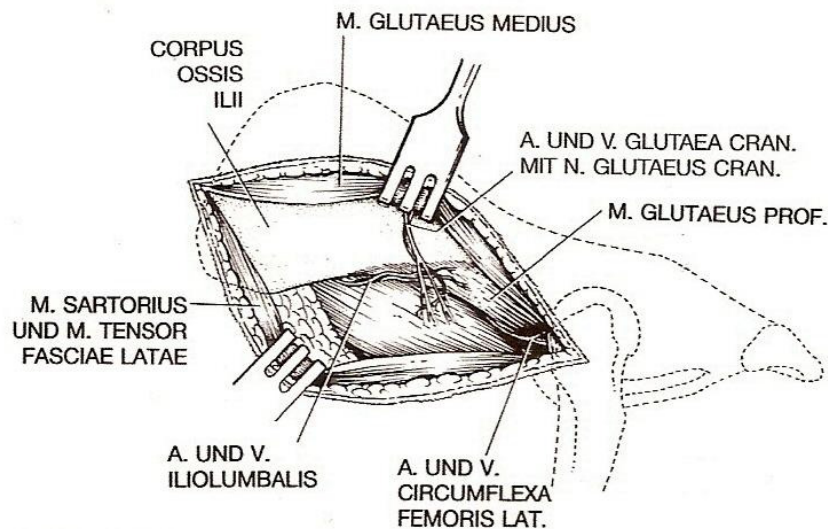


Abb. 3: Operationssitus beim Zugang zum Ilium von lateral, die Lateralfläche des Darmbeinkörpers ist nach subperiostalem Abheben vom M. gluteus medius und profundus freigelegt, nach Matis et al. (1993)

Kombination des lateralen Zugangs zum Ilium mit dem Zugang zur Ventralfläche des Os sacrum

(Montavon, 1985; Lenehan und Tarvin, 1998; Fossum, 2002)

Lagerung, Hautschnitt und Präparation bis zur Darstellung der tiefen Glutäalmuskulatur erfolgen wie eben beschrieben.

Das subperiostale Abheben des M. gluteus profundus entfällt. Statt dessen wird die Ursprungssehne des M. iliacus am ventromedialen Rand des Corpus ossis ilii inzidiert und der Muskel soweit angehoben, bis ein Finger in den Beckenkanal eingeführt werden kann.

Bei diesem Vorgang wird in der Regel eine A. nutritia durchtrennt. Die Blutstillung erfolgt mittels Elektrokoagulation oder Knochenwachs (Piermattei, 1996).

Bei Vorliegen einer Luxation im Iliosakralgelenk können sowohl der Körper des Os sacrum als auch die Gelenkflächen medial am Ilium und lateral am Os sacrum ertastet werden.

Kombination des lateralen Zugangs zum Ilium mit dem dorsolateralen Zugang zum Hüftgelenk und Trochanterosteotomie (Abb. 4)

(Brown und Biggart, 1975; Piermattei, 1996; Piermattei und Johnson, 2004)

Die Lagerung des Patienten erfolgt wieder in Seitenlage. Der Hautschnitt beginnt in der Mitte der Crista iliaca, überquert den Femur distal des Trochanter major und schwingt dann nach dorsal bis in die Nähe des Tuber ischiadicum. Es folgen die Präparation durch Subkutis, Fettgewebe und Faszien und die Tenotomie der Endsehne des M. gluteus superficialis nahe am Trochanter tertius. Nach Osteotomie des Trochanter major wird dieser zusammen mit dem M. gluteus medius und profundus nach dorsomedial retrahiert. Der Zugang lässt sich zur Darstellung des Corpus ossis ischii und des kaudalen Bereiches des Hüftgelenks erweitern, indem der M. obturatorius internus und die Mm. gemelli nach Tenotomie ihrer Ansatzsehnen in der Fossa trochanterica zusammen mit dem N. ischiadicus nach kaudomedial gezogen werden.

Dieser beschriebene Zugang findet am häufigsten Anwendung bei der Versorgung multipler Beckenfrakturen, die über das gesamte Hemipelvis ziehen.

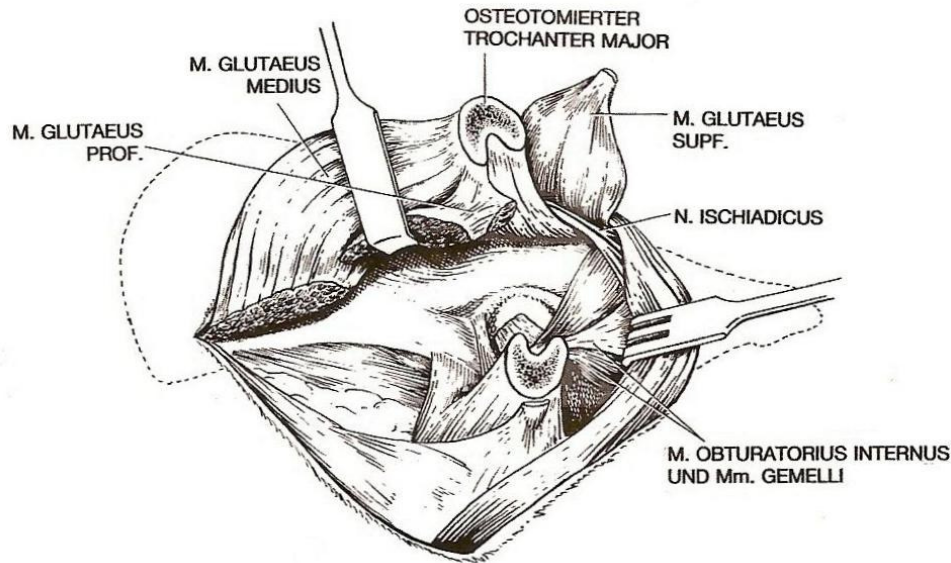


Abb. 4: Kombination des lateralen Zugangs zum Ilium mit dem dorsolateralen Zugang zum Hüftgelenk und Trochanterosteotomie, Operationssitus

Dorsolateraler Zugang zum Os sacrum und zur Ala ossis ilii

(Brinker, 1978; Hulse et al., 1985; Matis et al., 1993; Piermattei, 1996; Matis und Waibl, 1999 a); Piermattei und Johnson, 2004; De Camp, 2005 b); Johnson, 2007)

Das Tier wird in Seiten- oder Bauchlage fixiert, wobei der Tisch leicht nach ventral zum Operateur gekippt wird.

Der Hautschnitt beginnt dicht kranial der Crista iliaca und zieht nach kaudal über die Spina iliaca dorsalis. Er verläuft dabei parallel zur Wirbelsäule und endet mit einer Gesamtlänge von 10–15 cm auf Höhe des Hüftgelenks. Bei der Präparation in die Tiefe wird der M. cutaneus trunci von glutäalem Fettgewebe und der Fascia glutea getrennt.

Die Ursprungsfläche des M. gluteus medius wird entlang der Spina iliaca dorsalis cranialis, dem lateralen Rand der Crista iliaca bis kaudal hin zur Spina iliaca dorsalis caudalis inzidiert. Mit einem zweiten Schnitt wird der M. longissimus lumborum vom medialen Rand der Spina iliaca abgelöst. Die zwei Inzisionen vereinigen sich kaudal, wobei einige Fasern des M. gluteus superficialis durchtrennt werden.

Nun folgen subperiostale Präparation und Abheben von *M. gluteus medius* und *M. longissimus lumborum* medial und lateral vom Darmbeinflügel und kranialen Anteilen des Darmbeinkörpers. Die Freilegung erfolgt kaudal bis zur Identifizierung von A., V. und N. *gluteus cranialis*, die von medial nach lateral ziehend die *Spina iliaca dorsalis* kreuzen und in den *M. gluteus medius* münden. Das Ablösen der Muskulatur am *Os sacrum* sollte nur im Bereich lateral der *Cristae sacrales intermediae* erfolgen, um die aus den *Foramina dorsales sacrales* austretenden Nervenwurzeln zu schützen.

Der beschriebene Zugang findet Anwendung in der Versorgung von Luxationen im Iliosakralgelenk und Darmbeinflügelfrakturen sowie in der Entnahme von Spongiosa aus dem Darmbeinflügel.

Lateraler Zugang zum kaudalen Bereich des Azetabulums und zum Corpus ossis ischii

(Slocum und Hohn, 1975; Piermattei, 1996; Olmstead, 1998 b); Piermattei und Johnson, 2004)

Das Tier wird in Seitenlage mit oben liegender betroffener Gliedmaße fixiert.

Der leicht kaudal geschwungene Hautschnitt beginnt kurz vor der dorsalen Mittellinie, zieht über den *Trochanter major* und endet auf halber Höhe des Oberschenkels. Die Inzision durch oberflächliche und tiefe Faszien sowie Fettgewebe verläuft entlang der Kranialkante des *M. biceps femoris*, der daraufhin nach kaudal gezogen wird. Eine Tenotomie des *M. gluteus superficialis* am *Trochanter tertius* ermöglicht die Erweiterung des Sichtfeldes nach kranial.

Die Endsehnen des *M. obturatorius internus* und der *Mm. gemelli* werden bei gestrecktem Hüftgelenk und leichter Innenrotation des Femurs (Olmstead, 1998 b)) nahe der *Fossa trochanterica* tenotomiert und nach kaudodorsal umgeschlagen.

Der N. *ischadicus* kann durch Abpräparieren des ihn umgebenden Bindegewebes identifiziert und nach Separation von der A. und V. *glutaea caudalis* mittels eines Haltebandes verlagert werden (Matis, 2005 c)).

Zusätzlicher Raum kann durch einen Einschnitt in die Ursprungssehne des *M. biceps femoris* und eine Osteotomie des *Trochanter major* bei Bedarf gewonnen werden (Slocum und Hohn, 1975).

Zur Darstellung des kaudalen Randes des Azetabulums wird der *M. gluteus profundus* partiell an der Ansatzsehne tenotomiert und vom Pfannendach abgelöst.

Beim Wundverschluss müssen durchgeführte Tenotomien reinseriert und die entsprechenden Muskelschichten gut adaptiert werden.

Der erläuterte Zugang wird zur Versorgung von kaudalen Azetabulumfrakturen und Frakturen des Corpus ossis ischii verwendet.

Beim Hund kann als eine weitere Variation dieses Zugangs zusätzlich eine Osteotomie des Tuber ischiadicum unterhalb des Ansatzes des Lig. sacrotuberale durchgeführt werden. Diese Methode erlaubt eine höhere Motilität der Mm. gemelli, die zusammen mit dem M. obturatorius internus je nach Bedarf nach kranial oder kaudal verlagert werden können. Durch diese Muskeln geschützt, lassen sich der N. ischiadicus und der kaudale Gefäßstrang unter geringer Spannung sicher zur Seite verlagern, was das Verletzungsrisiko deutlich mindert. Zur Reinsertion des Tuber ischiadicum dienen entweder eine Zugschraube oder Kirschner-Bohrdrähte (Chalman und Layton, 1990).

Lateraler Zugang zum Tuber ischiadicum

(Piermattei, 1996; Brunnberg et al., 1999; Piermattei und Johnson, 2004)

Bei einem in Seitenlage befindlichen Patienten zieht der Hautschnitt über die mediale Begrenzung des Sitzbeinhöckers bogenförmig zum Trochanter major. Es folgen die Durchtrennung von Subkutis, Fettgewebe, oberflächlicher und tiefer Faszie.

Anschließend wird die Spina ischiadica im kranialen Bereich durch Trennung und Auseinanderspreizung des intermuskulären Septums zwischen M. gluteus superficialis und M. biceps femoris dargestellt. Die Darstellung der Tabula ossis ischii wird durch subperiostales Abheben des kaudalen Randes des Ursprungs des M. obturatorius internus bis hin zum Foramen obturatum ermöglicht.

Durch diesen Zugang können Frakturen des Tuber ischiadicum versorgt und eine Osteotomie der Sitzbeinplatte bei der dreifachen Beckenosteotomie durchgeführt werden.

Zugang zum ventralen Bereich des Hüftgelenks und zum Ramus cranialis ossis pubis

(Piermattei, 1996; Brunnberg und Waibl, 1999; Piermattei und Johnson, 2004)

Der Patient wird auf dem Rücken gelagert und die abduzierten Hintergliedmaßen werden bei gebeugten Kniegelenken festgebunden.

Der Hautschnitt erfolgt vom Ventralrand des Azetabulums nach distal entlang des kranialen Randes des M. pectineus über das proximale Drittel des Femurschaftes. Die Inzision kann auch von der Basis des Skrotums oder der Vulva quer in der Leistenfurche bis fingerbreit kranial der A. femoralis erfolgen.

Subkutis, Fettgewebe und Faszien werden gespalten. Unter Schonung der A. und V. femoralis und des N. saphenus wird die Ursprungssehne des M. pectineus am Lig. pubicum craniale

durchtrennt, nachdem zuvor der Muskelbauch mobilisiert wurde. Der M. pectineus wird nach distal umgeschlagen und die A. und V. circumflexa femoris medialis wird bei Bedarf vorsichtig nach proximal gezogen. Es folgt nun die stumpfe Trennung von M. iliopsoas und den Adduktoren und Spreizung des entstandenen Muskelspaltes. Die Inzision der Gelenkkapsel erfolgt am Frakturspalt und verläuft parallel zur Längsachse des Schenkelhalses.

Ein kraniomedial der Eminentia iliopubica platzierter Hohmann-Hebel ermöglicht durch Retraktion des M. iliopsoas die Darstellung des Ramus cranialis ossis pubis. Ein zweiter Hebel kann in das Foramen obturatum gesetzt werden, wobei es zu keiner Schädigung des N. obturatorius kommen darf.

Die Notwendigkeit zur Wahl dieses Zugangs besteht bei der Durchführung von Pektinektomien, Segmentresektionen bei einer dreifachen Beckenosteotomie und Resektionsarthroplastiken. Eine Luxatio ossis femoris infraglenoidalis und eine Fraktur am ventralen Rand des Azetabulums können ebenfalls auf diese Art versorgt werden.

Ventraler Zugang zum Beckenboden

(Knecht, 1966; Matis et al., 1993; Brunnberg und Waibl, 1999)

Der Patient befindet sich in Rückenlage mit ausgebundenen, abduzierten Hintergliedmaßen.

Der Hautschnitt verläuft median über die Symphyse entlang parallel zum Präputium von Skrotum oder Vulva und endet zweifingerbreit kranial des Schambeinkamms. Es folgt die Präparation in die Tiefe und Ligatur oder Koagulation der kreuzenden Äste der A. pudenda externa.

Die Linea alba wird median inzidiert. Nach Durchtrennung des Lig. pubicum craniale und der paarigen Mm. graciles und Mm. adductores werden diese mobilisiert und beiseite gehalten.

Zur Behebung von Beckeneinengungen kann über diesen Zugang ein Symphysiotomie mittels einer oszillierenden Säge durchgeführt werden. Durch das Einsetzen verschiedener Implantate werden die beiden Beckenhälften auf Distanz gehalten.

3.3. Versorgungsmethoden

3.3.1. Luxation im Iliosakralgelenk

In durchgeführten Untersuchungen lag der Anteil von Luxationen im Iliosakralgelenk bei Tieren mit Beckenfrakturen zwischen 8,3 % (Nakasala-Situma, 1979; Vogel, 1986) bei Hunden und 18,6 % (Böhmer, 1985) bei Katzen. Davon waren in 17,6 % (Böhmer, 1985) bis

37 % (De Camp und Braden, 1985 a); Burger et al., 2005) der Fälle beide Seiten betroffen. Bei 92 % der Katzen überwog die Dislokation nach kranial vor einer Verschiebung nach kaudal mit 2,2 %, sowie einer ventromedialen Verlagerung bei 1,8 % und einem Aufklappen nach lateral im Sinne einer Diastase bei 4 % (Böhmer, 1985; Zahn et al., 2005).

Bei den betroffenen Hunden lag die Häufigkeit einer operativen Versorgung in der Studie von Vogel (1986) bei 32 %.

Eine bilaterale Beteiligung der Iliosakralgelenke, ein starker Dislokationsgrad, gleichzeitig vorliegende Sakrumfrakturen und eine Zerstörung der Kontinuität des Gewicht tragenden Beckenringes stellen wichtige Indikationen zur operativen Versorgung dar (Vogel, 1986; Horzinek et al., 2005; Johnson, 2007).

Hinzu kommen eine starke Schmerzhaftigkeit und durch die Instabilität und Dislokation des Darmbeinflügels bedingte Beckeneinengungen und Bewegungseinschränkungen der Hintergliedmaße (Hauptmann et al., 1976; Hulse et al., 1985; Betts, 1993; Payne, 1993; Innes und Butterworth, 1996; Lenehan und Tarvin, 1998; Olmstead, 1998 a); Denny und Butterworth, 2000; Fossum, 2002; Tomlinson, 2003; De Camp, 2005 a); Piermattei et al., 2006).

Luxationen mit minimaler Dislokation ohne Beckenkanaleinengung und mit einer guten Belastung der Gliedmaße können konservativ mit Käfigruhe therapiert werden, wobei sich nach 2 bis 3 Wochen eine erste fibröse Verbindung zwischen den Gelenken bildet (Hulse et al., 1985; Payne, 1993; Averill et al., 1997; Olmstead, 1998 a); Denny und Butterworth, 2000).

Eine operative Stabilisierung ermöglicht die Wiederherstellung der normalen Kraftübertragung, reduziert die Rekonvaleszenzdauer, vermindert das Osteoarthritisrisiko und das Risiko einer Nervenwurzelschädigung (Lenehan und Tarvin, 1998; Tomlinson, 2003; Zahn et al., 2005; Matis, 2006).

In der Mehrzahl der Fälle liegt die Luxation unilateral mit Dislokation nach kraniodorsal vor und ist gleichzeitig mit Beckenboden- und Darmbeinfrakturen vergesellschaftet (Dunbar, 1984; Eaton-Wells et al., 1990; Innes und Butterworth, 1996; Denny und Butterworth, 2000; Johnson, 2007). Kontralaterale Beckenfrakturen sollten zuerst versorgt werden, da es durch ihre Stabilisierung auch zu einer partiellen Reposition der Iliosakralgelenke kommt (Tomlinson, 2003).

Zur operativen Versorgung stehen mehrere Methoden zur Auswahl, die im Folgenden kurz erläutert werden. Die Darstellung erfolgt über einen dorsolateralen oder einen modifizierten lateralen Zugang (Matis et al., 1993; Piermattei et al., 2006).

Arthrodesen mit einer langen Zugschraube

(De Camp und Braden, 1985 a); Betts, 1993; Matis, 1996 c); Lenehan und Tarvin, 1998; Matis, 1998 a); Fossum, 2002; Tomlinson, 2003; De Camp, 2005 b); Matis, 2006; Piermattei et al., 2006; Johnson, 2007)

Um eine spätere vollständige Ankylosierung des Gelenkes zu ermöglichen, müssen nach der Darstellung zunächst der Gelenkknorpel abgetragen sowie Gewebereste und Koagula entfernt werden.

Die Zugschraube, die das Darmbein an das Corpus ossis sacri fixiert, sollte in mindestens 60 % der Breite des Kreuzbeins hineinreichen. Nach ventrolateraler Verlagerung des Darmbeins mittels eines Hohmannhebels erfolgt die Bohrung des Gewindelochs unter Sicht, wobei im Idealfall zusätzlich ein C-Bogen zur Durchleuchtung zur Verfügung steht (Matis, 2006).

Beim Hund wird der Bohrer kaudal des eingezogenen kranialen Randes des Kreuzbeins und 2 mm kranioproximal des Zentrums der sichelförmigen Gelenkfläche angesetzt (De Camp und Braden, 1985 b); De Camp, 2005 b); Johnson, 2007). Das zur Verfügung stehende Areal für die Schraubenplatzierung beträgt etwa 1 cm². Der Bohrer wird senkrecht zur Medianebene auf das kontralaterale Iliosakralgelenk gerichtet ohne den dorsal verlaufenden Wirbelkanal zu durchqueren. Der optimale Bohrwinkel, bezogen auf die Gelenkfläche des Kreuzbeins, liegt nach den Ergebnissen einer anatomischen Studie zwischen 97° und 100° (Shales und Langley-Hobbs, 2005); durch diese dorsoventrale Bohrrichtung wird das Risiko, den Nervenkanal zu treffen, auf ein Minimum reduziert und eine Eindringtiefe der Schraube von 65 % der Sakrumbreite sichergestellt (Shales und Langley-Hobbs, 2005).

Bei der Katze, die nur in einem Drittel der Fälle die kraniale Inzisur am Kreuzbein aufweist, liegt die optimale Stelle (0,5 cm²) für das Bohrloch weiter kaudal direkt vor der Facies auricularis wobei die Bohrrichtung, den kraniokaudalen und dorsoventralen Neigungswinkeln des Kreuzbeinflügels angepasst, senkrecht zur Medianebene zeigen sollte. Die Bohrkanalposition am Ilium befindet sich etwas kaudal des Übergangs vom mittleren zum kaudalen Drittel und auf halber Höhe des Darmbeinflügels. Als zusätzliche Orientierung kann die Linea glutea caudalis an der Lateralfäche der Ala ossis ilii zu Hilfe genommen werden (Burger et al., 2004).

Das Gleitloch im Darmbein des Hundes wird kranioventral der Spina iliaca dorsalis caudalis präpariert und die Schraube soweit eingedreht, bis medial 3 bis 4 Windungen das Darmbein überragen. Das Darmbein wird mit einer kranial angesetzten Zange nach kaudal reponiert und

die Schraube eingedreht. Das Kreuzbein kann von kaudal mit einem Hohmann-Hebel gestützt werden. Am juvenilen Beckenknochen des Hundes empfiehlt es sich, Spongiosaschrauben zu verwenden, die eine größere Haltekraft als Kortikalisschrauben besitzen (Sardinas et al., 1995). Insbesondere bei schwereren großen Hunden wird die Platzierung einer zweiten, etwas kürzeren Schraube empfohlen, die dorsokranial der ersten Schraube in das Os sacrum gesetzt wird (De Camp, 2005 b); Johnson, 2007).

Zur Kontrolle der Lokalisation und Eindringtiefe der Schraube und zum Ausschluss einer Verletzung des spinalen Nervenkanals ist eine postoperative Röntgenkontrolle unerlässlich.

Für mittelgroße Hunde bis zu einem Gewicht von 20 kg sollten Schrauben der Größe 3.5 mm oder 4.0 mm verwendet werden. Bei sehr großen Rassen sind Schrauben der Stärke 4.5 mm oder 6.5 mm notwendig (De Camp, 2005 b)).

Für die Fixation des luxierten Iliosakralgelenkes der Katze sollten Kortikalisschrauben der Größe 2.0 mm mit einer Länge von 18–24 mm verwendet werden (Zahn et al., 2005).

Zur Versorgung von Sakrumfrakturen und bilateralen Luxationen im Iliosakralgelenk kann mit einer langen transsakralen 2.7-mm-Schraube auch der gegenüberliegende Darmbeinflügel mitgefasst werden (Matis, 2004 a)). Eine temporäre Fixation des gegenüberliegenden Darmbeinflügels mit Bohrdrähten erleichtert die sichere Positionierung und Fixation (Kaderly, 1991). Das Aufschrauben einer Kontermutter mit Unterlegscheibe auf das überstehende Schraubengewinde der gegenüberliegenden Seite erhöht die Kompression der Kreuzbein-Darmbein-Gelenke und beugt einer Implantatlockerung vor (Lautersack, 2007).

Reposition und Fixation mit ein bis zwei kurzen Zugschrauben

(Hauptmann et al., 1976; Dunbar, 1984; Hulse et al., 1985; Montavon, 1985; De Camp und Braden, 1985 a); Betts, 1993; Matis et al., 1993; Lenehan und Tarvin, 1998; Olmstead, 1998 a); Horzinek et al., 2005)

Zur Orientierung erfolgt nach der Darstellung eine imaginäre Unterteilung der Spina iliaca dorsalis in eine kraniale und eine kaudale Hälfte. Eine Knochenhaltezange fasst den Rand des Darmbeinflügels und nach Aufsuchen der Facies auricularis erfolgt eine erste Reposition. Vor der endgültigen Reposition werden das Darmbein mit einem Hohmann-Hebel nach ventral verlagert und die Bohrkanäle im kranioventralen Bereich der sichtbaren Lateralfläche des Os sacrum angelegt. Die Bohrung erfolgt in einem Winkel von 20° von dorsal nach ventral innerhalb des bereits beschriebenen sehr kleinen Areals (De Camp und Braden, 1985 b);

Betts, 1993). Für eine vorläufige Fixation können Kirschner-Bohrdrähte verwendet werden. Anschließend werden die Bohrungen der Gleitlöcher durch die Darmbeinflügel durchgeführt und die Schrauben nach Reposition fixiert.

Die Verwendung von ein bis zwei kurzen Schrauben ist mit einer Tendenz zur Schraubenlockerung verbunden (De Camp und Braden, 1985 a); Johnson, 2007). Daher wird von einigen Chirurgen die Anwendung einer langen Schraube bevorzugt (Denny und Butterworth, 2000; Tomlinson, 2003; Matis, 2004 a)).

Fixation mit einem transilialen Steinmann-Nagel oder Bohrdraht

(Leighton, 1969; Eaton-Wells et al., 1990; Betts, 1993; Olmstead, 1998 a); Johnson, 2007)

Diese Methode kann als zusätzliche Fixation zu der eben erläuterten Schraubenplatzierung oder als eigenständige Fixation von z.B. Sagittalfrakturen des Os sacrum, die keine Verankerung von Schrauben ermöglichen, gewählt werden.

Beide Hüftbeine werden in Höhe der Cristae iliacae mit einem gewindetragenden Steinmann-Nagel oder einem Bohrdraht geeigneter Dicke verbunden, der dorsal des siebten Lendenwirbels verläuft (Olmstead, 1998 a)). Schraubenmuttern oder das Umbiegen der Bohrdrahtenden nach dorsal dienen der sicheren Befestigung. Eine Möglichkeit des minimal invasiven Einbringens über eine schmale Inzision über die Ala ossis ilii wird ebenfalls beschrieben (Eaton-Wells et al., 1990).

Dient die beschriebene Methode der zusätzlichen Fixation bereits platzierter Schrauben, ist die Verwendung eines Bohrdrahtes geeigneter Dicke als Querbolzen, insbesondere bei der Katze, ausreichend (Matis et al., 1993).

Reposition und Fixation mit einem transartikulären Steinmann-Nagel und einem gespannten Band (Raffan et al., 2002)

Die Fixation erfolgt zum einen mit einem Steinmann-Nagel von 1,5–2,0 mm Durchmesser, der vor der Operation anhand des Röntgenbildes auf die richtige Länge gekürzt und abgeschliffen wird, und zum anderen mit einem dehnbaren Band aus monofilem Nylon, Polyethylen oder Polyester der Stärke 6 metric bzw. 3-0 USP.

Eine Bauchlage des Tieres mit Unterpolsterung des Beckens erleichtert die Darstellung. Nach einer schmalen Inzision über jeder Darmbeinschaukel wird an deren lateraler Seite jeweils die Faszia 1 cm weit abpräpariert. Zum Durchfädeln des Bandes wird in beide Darmbeine am

kranialsten Punkt, der gut zu erreichen ist, jeweils ein Loch gebohrt, wobei die Darmbeine mit Knochenhalteclipsen fixiert werden. Mit Hilfe einer Nadel wird das Band in die beiden Löcher über die Sakralmuskeln hinweg eingefädelt. Anschließend wird das Band dorsal über die Crista iliaca zurückgeführt.

Nun folgt die Darstellung des verletzten Iliosakralgelenks mittels Durchtrennungen des subkutanen Fettgewebes und der Faszien kaudal der Crista iliaca und stumpfer Präparation zwischen M. sacrocaudalis dorsalis lateralis und der Ala ossis ilii.

Der korrekte Punkt für die Platzierung des Steinmann-Nagels befindet sich in der Mitte der Verbindungslinie der kranialen Enden der Facies auricularis des Os sacrum und der medialen Gelenkfläche des Os ilium. Der Nagel wird von lateral durch die Glutäalmuskeln, die nicht abpräpariert werden, und das Darmbein gebohrt. Die Luxation wird reponiert und der Nagel wird parallel zum Tisch und im rechten Winkel zu den Wirbeln in das Kreuzbein gebohrt. Das Band wird anschließend unter starker Spannung verknotet.

Gedekte Reposition und Fixation mit einer perkutanen Zugschraube

(Tomlinson et al., 1999)

Die Reposition kann bei dieser Technik nur erfolgreich durchgeführt werden, wenn eine intraoperative Durchleuchtungsmöglichkeit z.B. in Form eines C-Bogens zur Verfügung steht. Zunächst wird entweder ein Bohrdraht in den Tuber ischiadicum über eine kleine Stichinzision gesetzt oder das Sitzbein mit einer perkutanen Reduktionszange gefasst. Die Reposition des Iliosakralgelenks erfolgt durch Zug am Tuber ischiadicum nach kaudolateral und am Femur sowie bei Bedarf durch Druck auf das Darmbein nach kaudal. Nach Überprüfung der korrekten Lage in der Durchleuchtung wird ein Kirschner-Bohrdraht perkutan durch das Ilium bis ins Os sacrum zur temporären Fixation gebohrt. Kleinere Bohrdrähte dienen der Markierung der Bohrstelle. Über eine 1 cm lange Hautinzision wird die Bohrhülse über den Markierungsdraht geführt bis sie dem Ilium aufliegt. Nach Entfernung des Bohrdrahtes werden Gleit- und Gewindeloch gebohrt.

Mit einem Kirschner-Bohrdraht bestimmt man die Länge der Strecke zwischen Haut und Bohrlochende und mit einem Tiefenmesser den Abstand zwischen Haut und Darmbein. Durch Subtraktion der Werte erhält man die benötigte Länge der Schraube und kann sie anschließend platzieren.

3.3.2. Darmbeinfraktur

In der Untersuchung von Böhmer (1985) lagen in 97 % der Fälle einfache Frakturen des Darmbeins vor, wobei es sich in 70,1 % um Querfrakturen und 29,9 % um Längsfrakturen handelte. Die Frakturen des Darmbeinkörpers wiesen in 84,4 % einen mittelgradigen bis hochgradigen Dislokationsgrad auf mit einer Verschiebung der kaudalen Fragmente nach kraniomedial in der Mehrzahl der Fälle (Böhmer, 1985). In der Studie von Vogel (1986) lag die Bruchstelle zu 84 % im Corpus ossis ilii, zu 11 % in den Alae ossis ilii und in 4,5 % waren beide Abschnitte betroffen.

Insbesondere instabile Darmbeinsäulenschrägfrakturen mit kraniomedialer Verlagerung des kaudalen Bruchstücks führen zu erheblichen Einengungen der Beckenhöhle und machen eine operative Stabilisierung notwendig (Robins et al., 1973; Brown und Biggart, 1975; Brinker, 1978; Dunbar, 1984; Henry, 1985; Betts, 1993; Matis et al., 1993; Payne, 1993; Tomlinson, 2003). Diese Dislokation birgt zudem eine hohe Gefahr der Verletzung wichtiger Weichteilstrukturen sowie einer Traumatisierung und Einklemmung des Truncus lumbosacralis bzw. des N. ischiadicus (Henry, 1985; Olmstead und Matis, 1998 c); Fossum, 2002; De Camp, 2005 c); Piermattei et al., 2006; Johnson, 2007). Beidseitige Frakturen des Darmbeinkörpers und mit Iliumfrakturen assoziierte Dislokationen des Femurkopfes sollten ebenfalls chirurgisch fixiert werden (Matis, 1998 b)). In Ausnahmefällen, wie dem Vorliegen einer singulären, nicht dislozierten Fraktur der Ala ossis ilii ohne Beteiligung des Gewicht tragenden Beckenringes und einer guten Belastung der Gliedmaße, kann die Entscheidung zur konservativen Therapie getroffen werden (Payne, 1993; Fossum, 2002; Matis, 2005 a); Piermattei et al., 2006).

Für die nun beschriebenen Versorgungsmethoden findet in den meisten Fällen der Zugang zum Ilium von lateral Anwendung.

Reposition und Fixation mit Osteosyntheseplatten

(Brown und Biggart, 1975; Dunbar, 1984; Henry, 1985; Eaton-Wells et al., 1990; Betts, 1993; Matis et al., 1993; Lenehan und Tarvin, 1998; Matis, 1998 a); Olmstead, 1998 a); Denny und Butterworth, 2000; Fossum, 2002; Tomlinson, 2003; Horzinek et al., 2005; De Camp, 2005 c); Piermattei et al., 2006; Johnson, 2007)

Mit Hilfe einer konkav gebogenen Platte kann die normale Weite der Beckenhöhle wiederhergestellt werden. Unter Umständen ist ein präoperatives Umbiegen und Anmodellieren anhand des Röntgenbildes oder anatomischer Modelle erforderlich.

Insbesondere bei Vorliegen einer starken Muskelkontraktur (Lenehan und Tarvin, 1998) ist es ratsam, die Platte zuerst am kaudalen Bruchstück parallel zum dorsalen und ventralen Rand

(Henry, 1985) zu befestigen. Beim Einsetzen der Plattenschrauben in das kraniale Fragment wird mit einer am Trochanter major angesetzten Knochenhaltezange eine Zugkraft nach kaudolateral ausgeübt. Gleichzeitig wird das vordere Plattenende nach medial gegen das Darmbein gedrückt. Begleitende Sitzbein- und Schambeinfrakturen werden dadurch ebenso reponiert (Denny und Butterworth, 2000; Piermattei et al., 2006). Zum Einrichten des kaudalen Bruchstücks können ein in den Sitzbeinhöcker gedrehter dicker Bohrdraht (Matis et al., 1993) oder ein in den Bruchspalt gesetzter Hohmann-Hebel als Hilfsmittel zur Ausübung von Zug, Rotation und Hebelung verwendet werden (Tomlinson, 2003).

Knochenhalte- und Repositionszangen dienen zur Aufrechterhaltung der korrekten Fragmentlage. Beim Platzieren der Schrauben muss auf den Verlauf medial liegender Strukturen wie den N. ischiadicus geachtet werden. Außerdem sollte der N. gluteus cranialis geschont werden, um einer Kontraktur des M. tensor fasciae latae mit einhergehender Extensionshemmung im Hüftgelenk vorzubeugen (Matis, 1998 a)). Das Eindrehen und Festziehen der Schrauben erfolgt vorsichtig, um die dünne Kompakta nicht zu stark zu traumatisieren. Zur Gewährleistung einer ausreichenden Fixation sollten in das kaudale Bruchstück mindestens zwei und in das kraniale mindestens drei Schrauben platziert werden (Matis, 1998 a)).

In Abhängigkeit von Größe und Gewicht des Patienten wird die Verwendung von DCP- oder LC-DCP-Platten der Stärke 2.0 mm – 3.5 mm empfohlen (De Camp, 2005 c)).

Kombinierte ipsilaterale Darmbein- und Azetabulumfrakturen, bei denen in den meisten Fällen isolierte trianguläre Bruchstücke im Bereich des kranialen Pfannendrittels vorliegen, können entweder getrennt mit zwei Platten oder gemeinsam mit einer langen Rekonstruktionsplatte versorgt werden (Ost und Kaderly, 1986; Matis, 1998 a); Matis, 2005 a)). Gute Ergebnisse werden auch durch die Verwendung von schneidbaren Platten (VCP) erzielt (Gentry et al., 1993).

Als alternatives Fixationsverfahren empfiehlt Breshears (2004) beim Hund die Anbringung der Platte von ventral an der Zugseite des Iliums, wodurch mehr Schrauben in der dickeren Kortikalis Platz finden und eine höhere Stabilität sowie eine zusätzliche interfragmentäre Druckausübung ermöglicht werden.

Eine gleichzeitige ipsilaterale Luxation im Iliosakralgelenk kann durch Platzierung der kranialen Plattenschrauben tief in das Os sacrum hinein nach korrekter Reposition mitversorgt werden (Lenehan und Tarvin, 1998). Intakte ipsilaterale Iliosakralgelenke sollten bei Katzen, die im Vergleich zu Hunden über eine größere Beweglichkeit im Iliosakralgelenk verfügen,

nicht mit fixiert werden, um dem Auftreten von Implantatlockerungen vorzubeugen (Matis, 2006).

Reposition und Fixation mit zwei Zugschrauben und anderen Implantaten

Insbesondere einfache Schrägfrakturen in der Nähe des Hüftgelenks können in Abhängigkeit des Frakturlinienverlaufes mit zwei Zugschrauben von ventral senkrecht zur Frakturlinie fixiert werden (VanGundy et al., 1988; Hulse et al., 1989; Tomlinson, 2003; De Camp, 2005 c); Piermattei et al., 2006; Johnson, 2007). Sie werden auch zur Versorgung multipler Frakturen mit Neutralisationsplatten kombiniert eingesetzt (Brinker, 1975; Matis et al., 1993; Matis, 2005 a)).

Die Verwendung von Marknägeln und Knochenklammern ist mit einer hohen Tendenz der Lockerung und Auswanderung verbunden (Eaton-Wells et al., 1990; Matis, 1998 b)).

Der Einsatz von Bohrdrähten gestaltet sich technisch schwierig, da der Markraum sehr weich und die Kompakta sehr dünn ist. Zudem ist die erzielte Stabilität durch Bohrdrähte nicht mit Osteosyntheseplatten vergleichbar (Lenahan und Tarvin, 1998). Bohrdrähte können in Form einer Kreuzspickung oder Drahtzuggurtung zur Versorgung von Schrägfrakturen im proximalen oder mittleren Bereich des Darmbeins zum Einsatz kommen (Betts, 1993; Matis et al., 1993; Lenahan und Tarvin, 1998; Tomlinson, 2003; Piermattei et al., 2006). Die Fixation einer Iliumschrägfraktur kann z.B. mit Hilfe von Skewer-Pins erfolgen. Dabei werden zuerst zwei Kirschner-Drähte der Größe 1.0 oder 1.2 mm von dorsal nach ventral senkrecht zur Frakturlinie eingebohrt, ohne den N. ischiadicus zu verletzen. Anschließend wird ein 0.6 bis 0.8 mm Draht in 8er Konfiguration um die Kirschner-Drahtenden gelegt und verspannt (Horzinek et al., 2005).

Die Verwendung eines Fixateur externe im Bereich des Iliums wird von einem Autor als alternatives Fixationsverfahren beim Hund beschrieben (Eaton-Wells et al., 1990).

3.3.3. Azetabulumfraktur

Eine Beteiligung des Azetabulums lässt sich bei 12 % der Hunde und bei 7 % der Katzen mit Beckenfrakturen vorfinden (Matis, 2005 b)).

In 53,4 % der durch Böhmer (1985) untersuchten Fälle handelte es sich um Impressionsfrakturen und zu 59,6 % lag eine mittel- bis hochgradige Dislokation vor. Bei der Katze überwogen mit 56,4 % (Böhmer, 1985) kraniale Azetabulumfrakturen, die beim Hund nur bei 11 % (Vogel, 1986) der Patienten vorlagen. Der mittlere Pfannenbereich war bei der Katze zu 19,6 % (Böhmer, 1985) und beim Hund zu 44 % (Vogel, 1986) betroffen. Frakturen

des kaudalen Drittels des Azetabulums wiesen in den genannten Untersuchungen eine Häufigkeit von 24 % bei der Katze (Böhmer, 1985) und 16 % beim Hund (Vogel, 1986) auf. Insbesondere bei vorliegender Fragmentdislokation, Instabilität, Krepitation im Hüftgelenk, Inkongruenz der Gelenkfläche und einer zentralen Luxation des Femurkopfes ist eine operative Versorgung anzuraten (Matis, 1983; Vogel, 1986; Eaton-Wells et al., 1990; Betts, 1993; Matis et al., 1993; Fossum, 2002; Tomlinson, 2003; Piermattei et al., 2006), da es unbehandelt zur Entwicklung einer schmerzhaften Arthropathia deformans und Lahmheit kommt (Henry, 1985; Matis, 1994 b); Matis, 1999; Matis, 2000; Matis, 2002).

Kleine Absprengungen am dorsalen Azetabulumrand ohne Beteiligung der Gelenkfläche können insbesondere bei jungen Tieren erfolgreich konservativ therapiert werden (Matis, 2005 a); Matis, 2005 b)).

Was den Zusammenhang zwischen Frakturlinienlokalisierung an der Gelenkfläche und Notwendigkeit einer operativen Versorgung angeht, sind die Autoren und Chirurgen unterschiedlicher Meinung.

Einig ist man sich, dass Frakturen der kranialen zwei Drittel des Azetabulums mit Beteiligung der Gewicht tragenden Oberfläche nahezu immer einer Operation bedürfen, um durch eine genaue Rekonstruktion die Integrität des Gelenks aufrecht zu erhalten und das Osteoarthritisrisiko zu senken (Betts, 1993; Payne, 1993; Innes und Butterworth, 1996; Olmstead, 1998 b); Denny und Butterworth, 2000). Betrifft die Fraktur allein das kaudale Drittel der Gelenkfläche, plädieren manche Autoren aufgrund der erheblich schwierigeren operativen Darstellung und dem höheren Risiko der Verletzung des N. ischiadicus für die konservative Therapie und berichten von guten Ergebnissen (Butterworth et al., 1994). Andere widersprechen dieser Auffassung aufgrund von Langzeitstudien, die sogar ein erhöhtes Osteoarthritisrisiko bei konservativer Therapie aufweisen, und plädieren dafür, jede Azetabulumfraktur operativ zu stabilisieren und die normale Kraftverteilung auf die Gelenkfläche wiederherzustellen (Boudrieau und Kleine, 1988; Kaderly, 1989; Fossum, 2002).

Frakturen mit Gelenkbeteiligung erfordern eine sehr präzise Rekonstruktion. Zur Beurteilung des Repositionsergebnisses wird die, in den meisten Fällen intakt gebliebene, Gelenkkapsel in Längsrichtung inzidiert (Matis, 1994 b); Matis, 2003). Nach der Kapselinzision kann der Femurkopf zur Vergrößerung des Sichtfeldes nach ventral subluxiert werden (Matis, 2005 b)). Unter Einsicht der Gelenkfläche muss die Reposition mit größter Sorgfalt erfolgen und kleinste Inkongruenzen sollten beseitigt werden (Matis, 1983; Matis, 1996 b); Matis, 1998 b);

Matis, 2002). Die Operation erfolgt nach einem möglichst kurzen posttraumatischen Zeitraum, da durch die Reibung der Fragmente gegeneinander wichtige Knochensubstanz verloren geht (Robins et al., 1973; Kaderly, 1989; Matis, 2005 b); Piermattei et al., 2006). Trotz sorgfältiger Rekonstruktion der Gelenkfläche resultiert die Traumatisierung des Gelenkknorpels in vielen Fällen in der Entstehung einer Koxarthrose (Matis, 1999; Matis, 2002; Matis, 2005 a)).

Eine dorsolaterale Präparation des Hüftgelenks mit Trochanterosteotomie und gegebenenfalls eine Erweiterung nach kaudal stellt die am häufigsten gewählte Zugangsmethode dar (Matis, 1996 b); Olmstead, 1998 b); Matis, 2003; Matis et al., 2005 b); Piermattei et al., 2006). Insbesondere zur Versorgung komplexer Azetabulumfrakturen kann zusätzlich eine Kombination mit dem Zugang zum Ilium von lateral oder eine Darstellung des Pfannenbodens von ventral erforderlich sein (Matis, 2003).

Als Ort der Fixation der unterschiedlichen Implantate dient die Zugseite des Knochens dorsal am Pfannendach.

Es können verschiedene Hilfsmittel verwendet werden, um die teilweise sehr schwierige Rekonstruktion der Gelenkfläche zu erleichtern. Eine Manipulation und Direktion der kaudalen Beckenhälfte gelingt durch Eindrehen eines Bohrdrabtes in den Sitzbeinhöcker (Olmstead, 1998 b)) oder durch direktes Ansetzen einer Knochenhaltezange am Tuber ischiadicum (Fossum, 2002; Tomlinson, 2003). Spitze Repositionszangen fixieren, angesetzt am kranialen und kaudalen Azetabulumrand, reponierte Fragmente und stabile Querbrüche (Braden und Prieur, 1986; Matis, 2003). Außerdem können Kirschner-Bohrdrähte einer temporären Fixation dienen (Tomlinson, 2003). Die Druckausübung auf den Femurkopf während des Repositionsvorganges soll eine korrekte Umschließung durch die Gelenkfläche sicherstellen (Matis, 2003).

Eine erfolgreiche Rekonstruktion der Fraktur führt in vielen Fällen auch zu einer Reposition begleitender Beckenbodenfrakturen.

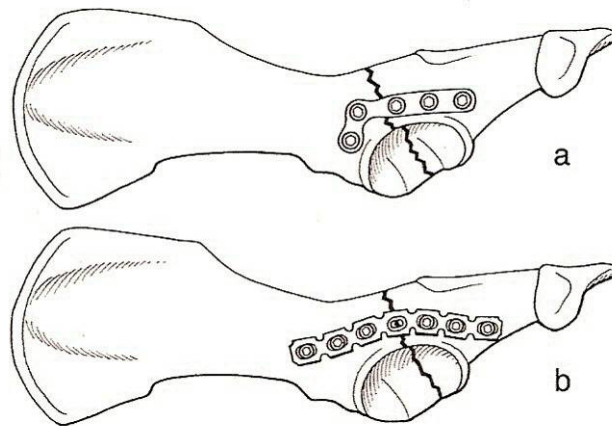
Reposition und Fixation mit Osteosyntheseplatten

(Dunbar, 1984; Henry, 1985; Braden und Prieur, 1986; Eaton-Wells et al., 1990; Betts, 1993; Gentry et al., 1993; Matis et al., 1993; Innes und Butterworth, 1996; Olmstead, 1998 a); Olmstead, 1998 b); Denny und Butterworth, 2000; Fossum, 2002; Tomlinson, 2003; Horzinek et al., 2005; Matis, 2005 b); Piermattei et al., 2006; Johnson, 2007)

Die Platte sollte der geschwungenen Knochenstruktur dorsal am Pfannendach optimal angepasst sein. Daher ist es von Vorteil, die Platte präoperativ anhand eines anatomischen Modells vorzubiegen (Abb. 5). Beginnend am Ischium sind in jedes Fragment mindestens zwei bis drei Schrauben anzubringen. Eine Verletzung der Gelenkfläche wird vermieden, indem die Schrauben in einem 70- bis 75°-Winkel bezogen auf die Vertikalachse des dorsalen Azetabulumrandes gebohrt werden (Henry, 1985). Liegt die Platte sehr nah am dorsalen Pfannenrand, können die Schrauben orthograd platziert werden, ohne in das Gelenk einzudringen (Matis, 2003; Matis, 2006). Vor dem Setzen der kranialen Schrauben werden sowohl die Kongruenz der Gelenkfläche als auch die Überdachung des Femurkopfes erneut überprüft, der hierfür zuerst subluxiert und dann in das Azetabulum gedrückt wird (Matis, 2005 b)).

Als Implantate werden neben dynamischen Kompressionsplatten (DCP) aus Stahl und Titan auch Rekonstruktionsplatten, schneidbare Platten (VCP, Veterinary Cuttable Plate), Azetabulum- und L-, T- oder C- förmige Minifragmentplatten verwendet. Azetabulum- und Miniplatten können aufgrund ihrer geringen Festigkeit nur begrenzt bei kleinen Tieren (Innes und Butterworth, 1996; Olmstead, 1998 b)) eingesetzt werden; sie erlauben jedoch eine schnellere und einfachere Anpassung an die Knochenstruktur (Braden und Prieur, 1986; Anson et al., 1988). Für Katzen wird die Verwendung von Miniplatten der Größe 1.5 mm und 2.0 mm empfohlen, während für kleine bis mittelgroße Hunde DCP-Platten der Stärke 2.0 mm und für große Hunde Rekonstruktionsplatten der Größe 2.7 mm Anwendung finden (Matis, 2005 a); Matis, 2005 b); Matis, 2006). Ein begrenzender Faktor der Rigidität ist außerdem das Schrauben-Interface, das immer möglichst groß ausfallen sollte (Hardie et al., 1999). Als Hilfsmittel zur temporären Fixation kann eine ASIF-Mandibula-Reduktionszange (MRF) verwendet werden, die auf die Schraubenköpfe platziert wird und damit eine direkte Manipulation der Frakturfragmente ermöglicht (Boswell et al., 2001). Die Manipulation des kaudalen Bruchstückes wird durch das Setzen einer Repositionszange oder eines Steinmann-Nagels an bzw. in das Sitzbein erleichtert (Matis, 2005 b)).

Die Fixation des Trochanter major erfolgt über eine Drahtzuggurtung.



**Abb. 5: Osteosynthese einer Azetabulumfraktur mit einer vormodellierten
a) Finger-L-Platte und b) Rekonstruktionsplatte, nach Matis und Waibl (1999 b))**

Trümmerfrakturen des Azetabulums

Die einzelnen Fragmente werden wie ein Puzzle anatomisch korrekt über dem kongruenten Femurkopf, der als Negativpassform dient, zusammengesetzt. Zur Fixation werden Kirschner-Bohrdrähte, Hemizerklagen, Schrauben und Miniplatten verwendet (Matis, 1996 a)). Die zusammengefügtten Fragmente werden nun vom Femurkopf abgelöst, in den Defekt der Pfanne eingesetzt und mit einer Platte, kaudal am Ischium beginnend, fixiert (Bonath und Prieur, 1998; Tomlinson, 2003). Zur Rekonstruktion ventraler Anteile des Pfannenbodens kann eine Umlagerung des Patienten und die Wahl eines ventralen Zugangs erforderlich sein (Matis, 2005 b)). Ist die Zerstörung des Azetabulums irreparabel muss unter Umständen eine Resektionsarthroplastik durchgeführt werden (Payne, 1993; Olmstead, 1998 a); Fossum, 2002). Dieser Eingriff sollte jedoch die letztmögliche Option darstellen, da trotz der erzielten Schmerzlinderung mit funktionellen Einbußen gerechnet werden muss (Off und Matis, 1997).

Kombinierte ipsilaterale Ilium- und Azetabulumfrakturen

Für die Versorgung bietet sich für Hunde zwischen 15 und 45 kg die Verwendung einer langen vielseitigeren Rekonstruktionsplatte an, die dreidimensional biegsam ist und exakt der komplexen Beckenstruktur angepasst werden kann (Ost und Kaderly, 1986; Betts, 1993; Innes und Butterworth, 1996; Matis, 1996 a); Bonath und Prieur, 1998; Matis, 1998 b); Matis, 1998 c); Matis, 2000; Tomlinson, 2003; Piermattei et al., 2006). Durch vormodellierte Platten wird die Rekonstruktion vereinfacht, das Weichteilgewebe geschont und die Operationsdauer verkürzt (Matis, 1998 a); Matis, 1998 b); Matis, 2003; Matis, 2005 b)). Das zusätzliche Einbringen von Polymethylmethacrylat (PMMA) zwischen Knochenoberfläche, der Platte

und den Schrauben erhöht die biomechanische Rigidität, verringert Mikrobewegungen und verbessert sowohl die anatomische Reposition als auch das Platteninterface (Anderson et al., 2002).

Eine ebenfalls gute Modellierbarkeit weisen Orbitaplatten und schneidbare VCP-Platten auf. Sie können auf die erforderliche Länge gekürzt werden und sind besonders für schmale und dünne Knochen geeignet. Es ist allerdings eine sehr exakte Reposition notwendig, da sie nur als Neutralisationsplatte eingesetzt werden können und somit im Vergleich zu einer DCP-Platte keine interfragmentäre Kompression ausüben (Gentry et al., 1993).

Eine weitere Möglichkeit besteht in der Kombination einer Azetabulum- oder Finger-L-Platte mit einer geraden DCP-Platte (Matis, 2003). Die Azetabulumplatte sollte möglichst weit dorsal an der Hüftgelenkspfanne und die DCP-Platte möglichst weit ventral am Darmbeinkörper angebracht werden, damit sich die Platten nicht gegenseitig behindern (Matis, 2005 b)). Bei der Verwendung von zwei Platten erfolgt zuerst die Reponierung und Fixation des Darmbeins, damit für die Rekonstruktion der Gelenkpfanne ein stabilisiertes Darmbeinsegment zur Verfügung steht (Brown und Biggart, 1975; Olmstead, 1998 a); Olmstead, 1998 b); Tomlinson, 2003).

Reposition und Fixation mit Zugschrauben und Bohrdrähten

(Wheaton et al., 1973; Herron, 1977; Eaton-Wells et al., 1990; Betts, 1993; Matis et al., 1993; Denny und Butterworth, 2000; Fossum, 2002; Tomlinson, 2003; Piermattei et al., 2006)

Für eine sichere Fixation müssen die Bruchflächen ausreichend lang sein. Nach der korrekten Reponierung mittlerer einfacher Azetabulumfrakturen und einer temporären Fixation werden entweder zwei Zugschrauben parallel zum Bruchspalt oder zwei überkreuzte interfragmentäre Bohrdrähte dorsal des Pfannendaches eingebracht. Anschließend wird ein Draht geeigneter Dicke unter Zug achtförmig um die beiden jeweiligen Implantate gewickelt. Eine alleinige Bohrdrahtfixation sollte nur bei langen Schrägfrakturen des kaudalen Azetabulums zur Anwendung kommen, um eine sichere rigide Fixation gewährleisten zu können (Matis, 1994 b); Matis, 1998 c); Matis, 2005 b)).

Kaudale Schrägfrakturen können auch mit einer Drahtzuggurtung, die kaudal über den Sitzbeinhöcker eingebracht wird, stabilisiert werden. Für eine höhere Belastungsstabilität empfiehlt sich dabei die Kombination mit einer Neutralisationsplatte. Von einer Drahtzuggurtung von dorsal mit überkreuzten Steinmann-Nägeln wird ebenfalls berichtet (Wheaton et al., 1973).

Reposition und Fixation mit Schrauben und einem internen Fixateur aus Polymethylmethacrylat (PMMA)

(Renegar und Griffiths, 1977; Lewis, 1997; Lanz et al., 1998; Stubbs et al., 1998; Beaver et al., 2000; Denny und Butterworth, 2000; Tomlinson, 2003; Matis, 2005 b); Piermattei et al., 2006)

Nach Darstellung und Rekonstruktion erfolgt eine temporäre interfragmentäre Fixation mit Bohrdrähten. In beide Fragmente werden die Schrauben von dorsal so eingebracht, dass die Köpfe noch 2–4 mm überstehen. Nun wird ein Draht in Achterschlingen um die Köpfe gewickelt, verdrillt und gekürzt. Die PMMA-Mischung wird hergestellt und auf die Implantate aufgetragen. Eine Spülung der Umgebung während der Polymerisation verhindert Schäden durch die Hitzeentwicklung. Durch die Formbarkeit des PMMA kann bei gleicher Rigidität eine bessere Fragmentreposition erzielt werden als es durch Azetabulumplatten möglich ist (Lanz et al., 1998; Stubbs et al., 1998). Den Ergebnissen einer biomechanischen Studie zufolge wird die Rotationsstabilität und die Widerstandskraft gegen Scher- und Zugkräfte erhöht, wenn zwei bis drei der interfragmentären Kirschner-Bohrdrähte belassen werden (Beaver et al., 2000).

3.3.4. Sitzbeinfraktur

Bei Sitzbeinfrakturen waren zu 78 % (Böhmer, 1985) bis 95 % (Vogel, 1986) der Sitzbeinkörper, die Sitzbeintafel und die Äste betroffen. Bei 5 % (Vogel, 1986) bis 22 % (Böhmer, 1985) der Hunde und Katzen der hier genannten Untersuchungen lag eine Absprengung des Tuber ischiadicum vor. Über die Hälfte der Sitzbeinfrakturen sind mittelgradig disloziert. Die Inzidenz einer operativen Versorgung liegt jedoch bei ca. 10,6 % und wird in der Regel nur vorgenommen, wenn eine Gefährdung des N. ischiadicus und eine hohe Instabilität vorliegen oder die Fraktur sehr nahe ans Azetabulum heranreicht (Vogel, 1986; Fossum, 2002; Matis, 2005 a); Matis, 2005 c)).

In 70,9 % (Böhmer, 1985) der Fälle lagen einfache Frakturen vor, die erfolgreich konservativ therapiert werden können und oftmals durch die chirurgische Fixation begleitender Ilium- und Azetabulumfrakturen mit reponiert werden (Payne, 1993; Bonath und Prieur, 1998; Olmstead, 1998 a); Fossum, 2002). Multiple ipsilaterale Frakturen des Sitzbeins mit Beteiligung der Tabula ossis ischii und einer Symphysiolyse sollten chirurgisch versorgt werden, um der Entstehung schmerzhafter Pseudarthrosen mit Extensionshemmung und Fehlbelastung im ipsilateralen Hüftgelenk vorzubeugen (Matis, 1998 a); Matis, 2005 a); Matis, 2005 c)).

Zur Darstellung wird ein lateraler Zugang zum Corpus ossis ischii oder Tuber ischiadicum benutzt.

Reposition und Fixation mit Osteosyntheseplatten oder Bohrdrähten

(Alexander et al., 1962; Brinker, 1975; Brinker, 1978; Betts, 1993; Matis et al., 1993; Olmstead und Matis, 1998 c); Fossum, 2002; Matis, 2005 c); Piermattei et al., 2006)

In Abhängigkeit des Frakturlinienverlaufes erfolgt die Fixation mit einer vorgebogenen Rekonstruktions- oder rigiden Minifragmentplatte, wobei in jedes Fragment mindestens zwei bis drei Schrauben platziert werden.

Kurze Schräg- und Querfrakturen können außerdem mittels interfragmentär überkreuzter oder retrograd über den Sitzbeinhöcker eingebrachter Bohrdrähte fixiert werden. Drahtzerklagen können im Sinne einer Drahtzuggurtung oder als zusätzliche interfragmentäre Stabilisierung die jeweilige Fixationsart ergänzen. Die Bohrdrähte müssen an ihren freien Enden gut umgebogen und dem Knochen angelegt werden, um einer Lockerung, Auswanderung und Irritation umgebenden Weichteilgewebes vorzubeugen. Die verwendeten Bohrdrähte sollten außerdem einen größtmöglichen Durchmesser besitzen, um den auf sie einwirkenden Zugkräften durch die Hinterbackenmuskulatur widerstehen zu können (Matis, 1996 a); Matis, 1998 a); Matis, 2005 c)).

Abriss des Tuber ischiadicum

Die hier befestigten Ursprungssehnen des M. biceps femoris, M. semitendinosus und M. semimembranosus üben eine starke Zugkraft aus und führen dadurch häufig zu einer Fragmentdislokation nach distal, die zu erheblichen Beschwerden beim Patienten führen kann (Betts, 1993; Payne, 1993). Durch die anhaltende Beweglichkeit der Fragmente ist die Entstehung einer Pseudarthrose bei einer konservativen Therapie begünstigt (Nakasala-Situma, 1979; Böhmer, 1985). Abrisse des Sitzbeinhöckers im Sinne einer Apophysiolyse treten bevorzugt bei jüngeren Tieren auf, da die Wachstumsfuge erst im Alter von zehn Monaten bis hin zu zwei Jahren verwächst (Tomlinson, 2003).

Aus diesen Gründen ist eine operative Stabilisierung durch Drahtzuggurtung, mit an den Enden umgebogenen Bohrdrähten oder Zugschrauben je nach Situation des Patienten zu erwägen (Betts, 1993; Payne, 1993; Matis, 2005 c)).

3.3.5. Schambeinfraktur

Zu 80,2 % lagen einfache Querfrakturen vor und zu 24,6 % waren beide Seiten des Beckens betroffen (Böhmer, 1985). Obwohl über die Hälfte der Schambeinfrakturen nach einer Studie von Böhmer (1985) mittel- bis hochgradig disloziert war, wurde und wird in vielen Fällen die konservative Therapie gewählt.

Bei einer starken Instabilität des Beckenbodens und Dislokation mit Einklemmung von Weichteilgewebe kann ein operatives Eingreifen erforderlich sein, insbesondere wenn keine annähernde Reposition nach Versorgung begleitender Beckenfrakturen möglich ist (Johnson, 2007). Dislozierte Frakturen, die den ventralen Anteil des Azetabulums involvieren und mit einer ventromedialen Luxation des Femurkopfes verbunden sind, sollten ebenfalls chirurgisch versorgt werden (Matis, 2005 c)). Über einen ventralen Zugang erfolgt eine Reposition und Fixation mit Drahtzerklagen, Bohrdrähten oder Zugschrauben (Betts, 1993; Bonath und Prieur, 1998; Olmstead und Matis, 1998 c); Fossum, 2002; Matis, 2005 c); Johnson, 2007).

3.3.6. Beckensymphysiolyse

In der Studie von Böhmer (1985) lagen bei einer Gesamthäufigkeit von 6,2 %, bei 60,8 % der Katzen komplette und bei 39,2 % partielle Symphysiolysen vor. Dabei war eine Zusammenhangstrennung der Symphysis pelvis zu 82,3 % mit einer mittel- bis hochgradigen Dislokation verbunden (Böhmer, 1985).

Besteht eine Beeinträchtigung des klinischen Befindens des Patienten durch hohe Schmerzhaftigkeit und Ausgrätschen, kann eine konservative Therapie mit Analgetika und Anlegen von Fußfesseln zum Ausgleich des Adduktionsdefizites vorgenommen werden.

In einer operativen Versorgung werden nach der Präparation und Darstellung von ventral für die Fixation Drahtzerklagen und Drahtnähte verwendet (Matis et al., 1993; Horzinek et al., 2005; Matis, 2005 c); Piermattei et al., 2006).

C. Eigene Untersuchung

1. Kasuistik

1.1. Kontrollzeitraum und Patientengruppe

Als Grundlage für diese Arbeit dienten die Daten aus Spätkontrollen von 184 Katzen, die im Zeitraum von 1985 bis 2005 an der Chirurgischen Tierklinik der LMU München chirurgisch an Beckenfrakturen versorgt wurden. Insgesamt gingen 712 Frakturen von überwiegend polytraumatisierten Patienten in die Auswertung ein. Dabei wurden Luxationen im Iliosakralgelenk und gleichzeitig mit Beckenfrakturen vorliegende Sakrumfrakturen mit berücksichtigt.

1.2. Alters-, Geschlechts- und Rasseverteilung

1.2.1. Altersverteilung

Von den 184 untersuchten Katzen waren 34 Tiere (18,5 %) zum Zeitpunkt des Traumas jünger als ein Jahr. Mit 94 Patienten waren knapp über die Hälfte (51,1 %) der Katzen jünger als zwei Jahre alt. In die Altersgruppe der Zwei- bis Sechsjährigen fielen 68 Tiere (37 %) und in die Gruppe der über Sechsjährigen 22 Katzen (12 %) (Tab. 6).

Der jüngste Patient war drei Monate und der älteste über 20 Jahre alt. Das Durchschnittsalter der behandelten Katzen lag bei drei Jahren.

Tab. 6: Altersverteilung bei 184 Katzen mit Beckenfrakturen

Altersverteilung	Patientenanzahl	Prozentualer Anteil
Jünger als 1 Jahr	34	18,5 %
1 < 2 Jahre alt	60	32,6 %
2 < 3 Jahre alt	22	12,0 %
3 < 4 Jahre alt	22	12,0 %
4 < 6 Jahre alt	24	13,0 %
6 < 8 Jahre alt	8	4,3 %
8 < 10 Jahre alt	7	3,8 %
10 < 15 Jahre alt	4	2,2 %
15 < 21 Jahre alt	3	1,6 %
Gesamt	184	100,0 %

1.2.2. Geschlechtsverteilung

Mit 106 Tieren (57,6 %) waren mehr weibliche als männliche Tiere betroffen. Die männlichen Patienten stellten mit 78 Tieren einen Anteil von 42,4 %. Mit 115 Tieren bildeten die kastrierten Katzen und Kater einen größeren Anteil als die 69 nicht kastrierten Tiere (Tab. 7).

Tab. 7: Geschlechtsverteilung der 184 Katzen

Geschlecht	Patientenanzahl	Prozentualer Anteil
Weiblich-nicht kastriert	41	22,3 %
Weiblich-kastriert	65	35,3 %
Männlich-nicht kastriert	28	15,2 %
Männlich-kastriert	50	27,2 %
Gesamt	184	100,0 %

1.2.3. Rasseverteilung

Bei den vorgestellten Patienten waren mit 169 Tieren (91,8 %) überwiegend Katzen der Rasse Europäisch Kurzhaar vertreten. Hinzu kamen sieben Maine Coon (3,8 %), drei Perserkatzen (1,6 %), zwei Siamesen (1,1 %), zwei Orientalisch Kurzhaar (1,1 %) und eine Abessinier (0,5 %).

1.3. Unfallursachen

Von den 184 verunfallten Katzen konnte bei 79 Tieren (42,9 %) das zu Grunde liegende Trauma nicht ermittelt werden. Bei 63 Katzen (34,2 %) war ein Autounfall das ursächliche Ereignis und 39 Katzen (21,2 %) zogen sich ihre Verletzungen durch einen Fenstersturz zu. Die Ursachen für die Verletzungen der Beckenknochen bildeten bei zwei Katzen (1,1 %) ein Sturz vom Schrank und bei einer Katze (0,5 %) eine Schussverletzung (Tab. 8).

Tab. 8: Traumaursachen der 184 Katzen mit Beckenfrakturen

Traumaursache	Patientenanzahl	Prozentualer Anteil
Fenstersturz	39	21,2 %
Autounfall	63	34,2 %
Unbekannt	79	42,9 %

Vom Schrank gefallen	2	1,1 %
Schussverletzung	1	0,5 %
Gesamt	184	100,0 %

1.4. Klinische und radiologische Ausgangssituation der Patienten

1.4.1. Klinische Symptomatik

Bei der Einlieferung in die Klinik befanden sich 65 (35,3 %) der 184 Katzen nach dem Trauma im Schockzustand. Neben einer Schmerzhaftigkeit bei Palpation der verletzten Regionen und einer entsprechenden Lahmheit zeigten 49 Katzen (26,6 %) kreislauf- und verletzungsbedingt weder Geh- noch Stehvermögen in den Hintergliedmaßen. Aufgrund mechanischer Obstruktionen des Beckenkanals und neurologischer Begleitverletzungen konnten 11 Katzen (6 %) keinen Kot und neun Katzen (4,9 %) keinen Urin absetzen. Weitere 13 Tiere (7,1 %) zeigten in den ersten posttraumatischen Tagen eine Hämaturie. Die anderen Symptome stellten sich gemäss den gleichzeitig vorliegenden Begleitverletzungen in Abhängigkeit von Lokalisation und Stärke dar.

1.4.2. Begleitverletzungen

Von den 184 untersuchten Katzen wiesen 139 Tiere (75,5 %) insgesamt 290 zusätzliche Verletzungen auf. Von der Gesamtanzahl an Verletzungen beinhalteten mit 146 über die Hälfte (50,3 %) eine Traumatisierung von Weichteilgewebe. 77 (26,6 %) Verletzungen bezogen das Skelettsystem und 67 (23,1 %) das Nervensystem mit ein (Abb. 6).

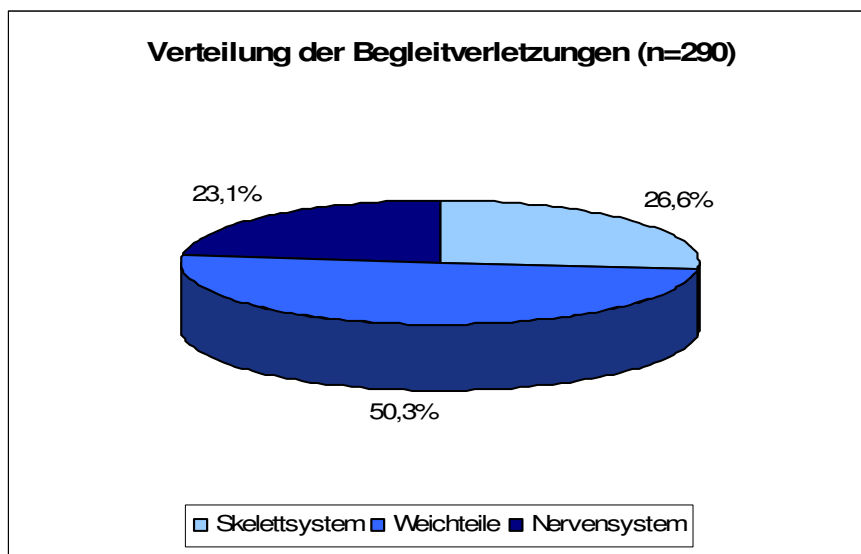


Abb. 6: Verteilung der 290 Begleitverletzungen

Mit 56,5 % wies die Mehrheit der Patienten eine Traumatisierung des Weichteilgewebes auf. Bei diesen 104 Tieren wurden 146 Verletzungen festgestellt, wobei zu 66,4 % ein Thoraxtrauma vorlag. Eine Lungenkontusion wurde 54-mal diagnostiziert und stellte mit 37 % den größten Anteil der Verletzungen des Weichteilgewebes dar. Ein Pneumothorax wurde in 31 Fällen festgestellt und stand mit 21,2 % an zweiter Stelle der Weichteilverletzungen. Als weitere Thoraxtraumata wurden 11-mal ein Hämatothorax und in einem Fall ein Geschoss im Thorax diagnostiziert. Ein stumpfes Abdominaltrauma wies eine Häufigkeit von 11,6 % auf. Das klinische Bild einer Hämaturie nach Traumatisierung der Harnblase zeigten 13 Tiere. Diese Verletzungsform stand dabei mit 8,9 % an vierter Stelle der Weichteiltraumata. Außerdem wurde dreimal eine Zwerchfellruptur nachgewiesen und ein Patient wies einen Abriss des M. rectus abdominis auf (Tab. 9).

Als mit 19,9 % recht häufig festzustellende Verletzungen erwiesen sich Traumatisierungen der Haut besonders im Gliedmaßenbereich in Form von Wunden, Abschleifen und Ablederungen sowie subkutanen Emphysemen. Hyposphagma und Hyphäma stellten seltene aber typische Verletzungen des Auges polytraumatisierter Patienten dar (Tab. 9).

Tab. 9 : Verletzungen der Weichteile (n=146) bei 104 polytraumatisierter Patienten

Verletzungen der Weichteile	Anzahl	Prozentualer Anteil
Lungenkontusion	54	37,0 %
Pneumothorax	31	21,2 %
Wunden und Abschleifverletzungen	26	17,8 %
Harnblasentrauma	13	8,9 %
Hämatothorax	11	7,5 %
Zwerchfellruptur	3	2,1 %
Subkutanes Emphysem	3	2,1 %
Hyposphagma	2	1,4 %
Hyphäma	1	0,7 %
Ruptur des M. rectus abdominis	1	0,7 %
Projektil im Thorax	1	0,7 %
Summe an Verletzungen	146	100,0 %

Außerdem konnten 77 begleitende Verletzungen des Skelettsystems bei 60 Patienten (32,6 %) diagnostiziert werden. Von den vorgefundenen knöchernen Traumata machten Femurluxationen mit 28,6 % den größten Anteil aus. An zweiter Stelle folgte mit 15,6 % bei 12 betroffenen Patienten der knöcherne Schwanzaustriss. Einige Katzen wiesen zudem neben den Beckenfrakturen auch Femurfrakturen (10,4 %), Tibiafrakturen (9,1 %) und proximale

sowie distale Femurepiphyseolysen (7,8 %) auf. Metakarpal- und Metatarsalfrakturen, Tarsalgelenksluxationen, Rippen-, Caninus-, und Skapulafrakturen, Kreuzbandrisse und schließlich Wirbel-, Humerus- und Radiusfrakturen bildeten weitere typische Polytraumata, die bei einem Anteil, gemessen an den knöchernen Verletzungen, von 1,3 – 6,5 % relativ selten vorkamen. Sechs Katzen (10 %) wiesen zusätzlich zu den Beckenverletzungen gleichzeitig zwei oder mehr Frakturen vorwiegend an den langen Röhrenknochen auf (Tab. 10).

Tab. 10: Begleitverletzungen (n=77) des Skelettsystems bei 60 Katzen

Skelettsystem	Anzahl	Prozentualer Anteil
Femurluxation	22	28,6 %
Schwanzabriss	12	15,6 %
Femurfraktur	8	10,4 %
Tibiafraktur	7	9,1 %
Femurepiphyseolyse	6	7,8 %
Metakarpal-/ Metatarsalfrakturen	5	6,5 %
Tarsalgelenksluxation	3	3,9 %
Rippenfraktur	3	3,9 %
Caninusfraktur	3	3,9 %
Skapulafraktur	2	2,6 %
Kreuzbandriss	2	2,6 %
Wirbelfraktur	2	2,6 %
Humerusfraktur	1	1,3 %
Radiusfraktur	1	1,3 %
Summe an Verletzungen	77	100,0 %

Neben einer Traumatisierung von Weichteilen und des Skelettsystems erlitten 43 Katzen (23,4 %) 67-mal Schädigungen des Nervensystems, die damit einen Anteil von 23,1 % an den 290 Verletzungen ausmachten. Als am häufigsten betroffene Strukturen erwiesen sich mit 53,7 % die Gliedmaßenerven, wobei nahezu ausschließlich der N. ischiadicus involviert war. Eine Traumatisierung der Schwanznerven, einhergehend mit der typischen Symptomatik des „Hammelschwanzes“, fand sich bei 16,4 %. Durch Nervenläsionen bedingte Blasenlähmungen und Koprostasen wiesen eine Häufigkeit von 13,4 % und 10,4 % auf. Bei vier Patienten konnte außerdem zum Zeitpunkt der Einlieferung eine Commotio cerebri diagnostiziert werden (Tab. 11).

Tab. 11 : Schädigungen des Nervensystems (n=67) bei 43 Katzen

Verletzungen des Nervensystems	Anzahl	Prozentualer Anteil
Schädigung der Gliedmaßenerven	36	53,7 %
Schädigung der Schwanznerven	11	16,4 %
Blasenlähmung	9	13,4 %
Koprostase	7	10,4 %
Commotio cerebri	4	6,0 %
Summe an Verletzungen	67	100,0 %

1.4.3. Beckeneinengungen

Eine Durchbrechung der Kontinuität des knöchernen Beckenringes mit Fragmentdislokation durch Instabilität und Muskelzug ist in den meisten Fällen für eine Einengung der Beckenhöhle verantwortlich. Bei der durchgeführten Untersuchung lagen bei 138 Patienten (75 %) zum Zeitpunkt vor der Operation Einengungen der Beckenhöhle vor. Diese waren bei 38 Katzen (20,7 %) als geringgradig, bei 70 Katzen (38 %) als mittelgradig und bei 30 Katzen (16,3 %) als hochgradig einzustufen (Tab. 12).

Tab. 12: Einengung der Beckenhöhle vor der Operation

Beckeneinengung vor der Operation	Anzahl	Prozentualer Anteil
Keine	46	25,0 %
Geringgradig	38	20,7 %
Mittelgradig	70	38,0 %
Hochgradig	30	16,3 %
Patientenanzahl	184	100,0 %

1.4.4. Häufigkeit multipler Beckenfrakturen

Von den 184 vorgestellten Patienten wiesen lediglich 13 Katzen (7,1 %) eine singuläre Beckenfraktur auf. In 92,9 % der Fälle war das Becken an mehreren Stellen gebrochen. Bei 144 Tieren (78,3 %) wurden zwischen zwei und fünf einzelne Frakturen des Beckens gefunden. Zwischen sechs und neun Frakturen wurden bei 27 Katzen (14,7 %) diagnostiziert,

wobei jeweils nur ein polytraumatisierter Patient acht bzw. neun Frakturen der Beckenknochen hatte (Tab. 13).

Tab. 13: Häufigkeit multipler Beckenfrakturen

Anzahl der Beckenfrakturen pro Patient	Anzahl der betroffenen Patienten	Prozentualer Anteil
1	13	7,1 %
2	29	15,8 %
3	37	20,1 %
4	36	19,6 %
5	42	22,8 %
6	16	8,7 %
7	9	4,9 %
8	1	0,5 %
9	1	0,5 %
Patientenanzahl	184	100,0 %

1.5. Versorgungszeitpunkt

In Abhängigkeit des Allgemeinzustandes des Patienten, der Anzahl von Begleitverletzungen und der Komplexität der Beckenfrakturen wurden die Patienten nach unterschiedlichen Zeiträumen operativ versorgt. Als frühester Zeitpunkt konnte dabei bei fünf Patienten sogar schon am Tage der Einlieferung eine chirurgische Versorgung vorgenommen werden. Die späteste Operation erfolgte nach 12 Tagen, wobei im Durchschnitt eine operative Stabilisierung der Beckenfrakturen nach 3,4 Tagen erfolgte.

Während des stationären Aufenthaltes und in einem Zeitraum von bis zu 12 Monaten nach der Einlieferung in die Klinik mussten 84 Katzen (45,7 %) einer oder mehrerer zusätzlicher Operationen unterzogen werden. Diese dienten der Behandlung von Begleitverletzungen oder der Umversorgung nach Komplikationen. 60 dieser Patienten (71,4 %) benötigten lediglich eine zusätzliche Operation.

1.6. Häufigkeit und topographische Verteilung der einzelnen Verletzungsformen

1.6.1. Lokalisation der Beckenfrakturen

Nach der Auswertung der Beteiligung der einzelnen Beckensegmente und des Kreuzbeins ergab sich für die 712 diagnostizierten Beckenfrakturen bei 184 Katzen folgende Verteilung.

Mit 189 Frakturen und einem prozentualen Anteil von 26,5 % war das Os pubis am häufigsten frakturiert. An zweiter Stelle standen mit einer Häufigkeit von 24,7 % die 176 Luxationen im Iliosakralgelenk. Ebenfalls häufig lagen zu 20,4 % Verletzungen des Os ischium vor, wobei 145 einzelne Frakturen gezählt werden konnten. Mit etwas Abstand folgten die 101 Iliumfrakturen, die einen Anteil von 14,2 % ausmachten. Eine Beteiligung des Azetabulums lag mit

6,6 % und 47 einzelnen Brüchen deutlich seltener vor. Zusätzlich vorliegende Sakrumfrakturen konnten 29-mal erfasst werden, was einer Häufigkeit von 4,1 % entsprach. In 25 Fällen und mit einer Häufigkeit von 3,5 % konnte eine Durchtrennung der Symphyse diagnostiziert werden (Tab. 14).

Tab. 14: Topographische Häufigkeitsverteilung der Beckenfrakturen bei 184 Katzen

Lokalisation der Beckenfrakturen	Frakturanzahl	Prozentualer Anteil
Iliosakralgelenk	176	24,7 %
Ilium	101	14,2 %
Azetabulum	47	6,6 %
Ischium	145	20,4 %
Pubis	189	26,5 %
Symphyse	25	3,5 %
Sakrum	29	4,1 %
Gesamtanzahl an Beckenfrakturen	712	100,0 %

1.6.2. Luxation im Iliosakralgelenk

Von den 184 kontrollierten Katzen wiesen 128 (69,6 %) nach dem Trauma Luxationen der Iliosakralgelenke auf. Dabei waren bei 48 Tieren (37,5 %) die Iliosakralgelenke beider Seiten betroffen. Eine einseitige Luxation des Gelenkes hatten 80 Patienten (62,5 %). Insgesamt konnten 176 Luxationen erfasst werden, die damit einen Anteil von 24,7 % innehatten, gemessen an der Gesamtanzahl von 712 Beckenfrakturen.

Betrug die sagittale Dislokation weniger als 50 % der Gelenkfläche wurde sie als geringgradig, bei 50–100 % als mittelgradig und bei vollständigem Kontaktverlust und einer Dislokation von über 100 % als hochgradig eingestuft. Wies der Patient eine beidseitige Luxation auf, wurde der höhere Dislokationsgrad berücksichtigt und für die Auswertung erfasst. Basierend auf dieser Einteilung ergab sich bei den Patienten mit Luxationen des

Iliosakralgelenks folgende Verteilung. Bei 33 Katzen (25,8 %) wiesen die Verletzungen des Gelenkes eine geringgradige, bei 60 Katzen (46,9 %) eine mittelgradige und schließlich bei 35 Tieren (27,3 %) eine hochgradige Dislokation auf.

Mit 94,9 % überwog bei 167 der 176 Luxationen die kraniale Dislokationsrichtung. Ein kraniolaterales Wegklappen der Darmbeinschaukel zur Seite fand sich bei insgesamt drei (1,7 %) Verletzungen des Iliosakralgelenks. Eine kaudale Verschiebung erfolgte bei fünf (2,8 %) und eine Dislokation nach ventral bei einem Fall (0,6 %).

1.6.3. Iliumfraktur

Darmbeinfrakturen konnten bei 99 Tieren diagnostiziert werden und wiesen damit eine Häufigkeit von 53,8 % gemessen an 184 Patienten auf. Von den 712 Beckenfrakturen entfielen mit 101 Iliumfrakturen jedoch nur 14,2 % auf das Darmbein. In 95 Fällen (96 %) war die Fraktur im Bereich des Corpus ossis ilii lokalisiert und in lediglich sechs Fällen (6,1 %) waren die Darmbeinflügel betroffen. Außerdem konnte eine deutliche Seitenpräferenz bei der Lokalisation der Traumata festgestellt werden. Demnach war das rechte Darmbein mit 62,4 % (63-mal) wesentlich häufiger betroffen als das linke Darmbein mit 37,6 % (38-mal).

Bei nur einem der 99 Patienten mit Iliumfrakturen lag eine beidseitige Beteiligung des Darmbeins vor. Es handelte sich dabei um eine Schrägfraktur des Corpus ossis ilii, kombiniert mit einer kontralateralen Schrägfraktur der Darmbeinflügel. Die übrigen Patienten wiesen einseitige Frakturen folgender Lokalisationen und Komplexizität auf. Gemessen an den 99 Patienten mit Iliumfrakturen hatten einseitige einfache Querfrakturen des Darmbeinkörpers einen Anteil von 5,1 % (fünf Patienten). In der Mehrzahl der Fälle konnten mit einem Anteil von 62,6 % (62 Patienten) einseitige einfache Schrägfrakturen des Darmbeinkörpers gefunden werden. Schrägfrakturen der Darmbeinflügel wurden hingegen nur mit einer Häufigkeit von 3 % (drei Patienten) erfasst. Ein Patient wies außerdem eine einseitige Schrägfraktur von Darmbeinkörper und Darmbeinflügel auf. Einseitige Splitterfrakturen wurden mit 22,2 % (22 Patienten) ebenfalls häufiger am Corpus ossis ilii als mit 1 % (ein Patient) an den Ala ossis ilii diagnostiziert (Tab. 15).

Tab. 15: Komplexizität und Lokalisation von 101 Iliumfrakturen

Iliumfraktur	Anzahl Patienten	Anteil an Patientenzahl mit Iliumfraktur
Keine Iliumfraktur	85	
Einseitige Querfraktur des Corpus	5	5,1 %
Einseitige Schrägfraktur des Corpus	62	62,6 %
Einseitige Stückfraktur des Corpus	4	4,0 %
Einseitige Splitterfraktur des Corpus	22	22,2 %
Einseitige Schrägfraktur der Ala	3	3,0 %
Einseitige Splitterfraktur der Ala	1	1,0 %
Einseitige Schrägfrakturen von Corpus und Ala	1	1,0 %
Beidseitige Schrägfraktur von Corpus und Ala	1	1,0 %
Patienten mit Iliumfraktur	99	100 %
Iliumfrakturen	101	
Patientenzahl	184	

In der Erfassung von Lokalisation und Verlauf der Frakturlinien am Darmbeinkörper konnte die folgende Verteilung festgestellt werden. Acht (8,4 %) der insgesamt 95 Frakturen des Corpus ossis ilii zeigten einen Frakturlinienverlauf im kranialen Bereich des betroffenen Darmbeinsegmentes. Am häufigsten waren die Frakturen zu 74,7 % (71 Frakturen) im mittleren Bereich des Darmbeinkörpers lokalisiert. Der kaudale Knochenabschnitt war zu 11,6 % (11 Frakturen) mit involviert. Frakturen, die in das Azetabulum hinein zogen, wurden davon separat erfasst und lagen bei einem prozentualen Anteil von 5,3 % (fünf Frakturen) (Tab. 16).

Tab. 16: Lokalisation und Verlauf der Frakturlinien am Darmbeinkörper

Lokalisation am Corpus ossi ilii	Frakturanzahl	Prozentualer Anteil an den Frakturen des Corpus ossis ilii
Kranial	8	8,4 %
Mitte	71	74,7 %
Kaudal	11	11,6 %
In das Azetabulum ziehend	5	5,3 %
Anzahl Korpusfrakturen	95	100 %

Bei der Betrachtung der Dislokation der 95 Darmbeinkörperfrakturen konnten einige Hauptrichtungen der Fragmentverschiebung festgehalten werden. Zu 53,7 % (51 Frakturen) fand eine durch die Muskelkontraktion bedingte Verlagerung der kaudalen Bruchstücke nach kraniomedial statt. Am zweithäufigsten wurden zu 35,8 % (34 Frakturen) die Fragmente des Darmbeinkörpers nach medial in die Beckenhöhle gedrückt. Eine Dislokation der Bruchstücke nach kraniolateral und lateral konnte zu 8,5 % (acht Frakturen) beobachtet werden. Eine Dorsalverlagerung wurde zu 2,1 % (zwei Frakturen) vorgefunden und eine Verschiebung der Fragmente nach ventral konnte in keinem Fall beobachtet werden (Tab. 17). Außerdem wiesen die Darmbeinkörperfragmente einen überwiegend hohen Grad der Dislokation auf, was zu teilweise hochgradigen Einengungen der Beckenhöhle führte. Lediglich 14 Frakturen (14,7 %) waren nur geringgradig verschoben. Eine mittelgradige Dislokation fand sich bei 31 Frakturen (32,6 %) und bei 50 Darmbeinkörperbrüchen (52,6 %) konnte eine hochgradige Verlagerung röntgenologisch diagnostiziert werden (Tab. 17).

Tab. 17: Dislokationsrichtung und Grad der Verschiebung von 95 Darmbeinkörperfrakturen

Dislokationsrichtung	Frakturanzahl	Prozentualer Anteil
Kraniomedial	51	53,7 %
Medial	34	35,8 %
Kraniolateral	5	5,3 %
Lateral	3	3,2 %
Dorsal	2	2,1 %
Ventral	0	0,0 %
Summe	95	100,0 %
Dislokationsgrad		
Geringgradig	14	14,7 %
Mittelgradig	31	32,6 %
Hochgradig	50	52,6 %
Summe	95	100,0 %

1.6.4. Azetabulumfraktur

Von den insgesamt 712 Beckenfrakturen involvierten 47 (6,6 %) das Hüftgelenk und von den 184 Katzen wiesen 44 (23,9 %) diese Verletzungsform auf.

Dabei lagen zu 93,2 % (41 Patienten) einseitige und zu 6,8 % (drei Patienten) beidseitige Frakturen des Azetabulums vor, die sich nach folgender Komplexizität und Lokalisation

unterteilen ließen. Einen einfachen Frakturlinienverlauf kennzeichneten dabei 33 (70,2 %) der 47 Hüftgelenksbrüche. Stückfrakturen wurden in drei Fällen (6,4 %) gefunden und komplizierte Splitterfrakturen des Azetabulums wurden 11-mal (23,4 %) diagnostiziert (Tab. 18).

Tab. 18: Komplexizität der 47 Azetabulumfrakturen

Form der Azetabulumfrakturen	Frakturanzahl	Prozentualer Anteil
Einfache Frakturen	33	70,2 %
Stückfrakturen	3	6,4 %
Splitterfrakturen	11	23,4 %
Anzahl an Azetabulumfrakturen	47	100,0 %

So genannte Impressionsfrakturen einhergehend mit einer zentralen Verlagerung des Femurkopfes nach medial wurden gesondert erfasst. Mit 10 festgestellten Frakturen wiesen sie eine Häufigkeit von 21,3 % auf.

Die Azetabulumfrakturen waren in sechs Fällen (12,8 %) im kranialen Drittel der Hüftgelenkspfanne lokalisiert. Das mittlere Drittel der Gelenkfläche war 22-mal betroffen und stellte mit einem prozentualen Anteil von 46,8 % die häufigste Lokalisation dar. Eine im kaudalen Drittel des Azetabulums liegende Fraktur wurde in neun Fällen (19,1 %) gefunden (Tab. 19).

Tab. 19: Lokalisationen der 47 Azetabulumfrakturen

Lokalisationen auf der Gelenkfläche	Frakturanzahl	Prozentualer Anteil
Kraniale Azetabulumfrakturen	6	12,8 %
Mittlere Azetabulumfrakturen	22	46,8 %
Kaudale Azetabulumfrakturen	9	19,1 %
Impressionsfrakturen	10	21,3 %
Anzahl an Azetabulumfrakturen	47	100,0 %

1.6.5. Ischiumfraktur

Bei der Auswertung der 712 Beckenfrakturen wurden 145 Frakturen (20,4 %) des Sitzbeins festgestellt. Von den 184 Katzen wiesen 106 (57,6 %) Patienten Ischiumfrakturen auf, wobei dieses Beckensegment 78-mal (73,6 %) einseitig und 28-mal (26,4 %) beidseitig betroffen

war. Mit einem Anteil von 95,9 % (139 Frakturen) lagen in der überwiegenden Mehrzahl der Fälle Frakturen vor, die durch einzelne einfache Frakturlinien gekennzeichnet waren.

Apophysenlösungen oder knöcherne Abrisse des Tuber ischiadicum wurden ebenfalls dieser Gruppe zugewiesen. Stück- und Splitterfrakturen machten mit jeweils 2,8 % (vier Frakturen) und 1,4 % (zwei Frakturen) einen sehr geringen Anteil aus (Tab. 20).

Tab. 20: Komplexizität der 145 Ischiumfrakturen

Komplexizität der Ischiumfrakturen	Frakturanzahl	Prozentualer Anteil
Einfache Frakturen	139	95,9 %
Stückfrakturen	4	2,8 %
Splitterfrakturen	2	1,4 %
Gesamtanzahl Ischiumfrakturen	145	100,0 %

Mit einem Anteil von 52,4 % (76 Frakturen) waren knapp über die Hälfte der vorgefundenen Frakturen im Bereich des Corpus ossis ischii oder der Tabula ossis ischii lokalisiert. Der Ramus acetabularis und der Ramus symphysialis des Sitzbeins waren insgesamt zu 34,5 % (50 Frakturen) beteiligt. Wie in der Tabelle 21 ersichtlich, konnten 19 Apophysiolyse oder Abrisse des Tuber ischiadicum mit einer Häufigkeit von 13,1 % gefunden werden.

Tab. 21: Lokalisation der 145 Ischiumfrakturen

Lokalisation der Ischiumfrakturen	Frakturanzahl	Prozentualer Anteil
Frakturen des Corpus und der Tabula ossis ischii	76	52,4 %
Frakturen der Rami ossis ischii	50	34,5 %
Abriss / Apophysiolyse des Tuber ischiadicum	19	13,1 %
Gesamtanzahl an Ischiumfrakturen	145	100,0 %

1.6.6. Pubisfraktur

Das Schambein war mit 189 Frakturen zu 26,5 % an den 712 Beckenfrakturen beteiligt und erwies sich damit als das am häufigsten betroffene Beckensegment. Von den 184 Katzen entfiel mit 136 betroffenen Tieren (73,9 %) ebenfalls der größte Anteil auf diese

Frakturlokalisation. Dabei konnten zu 61 % (83 Katzen) einseitige und zu 39 % (53 Katzen) beidseitige Frakturen des Os pubis bei den Patienten diagnostiziert werden. Zu 96,8 % (183-mal) lagen einfache Frakturen des Schambeins, zu 2,1 % (viermal) Stück- und 1,1 % (zweimal) Splitterfrakturen vor (Tab. 22).

Tab. 22: Komplexizität der 189 Pubisfrakturen

Komplexizität der Pubisfrakturen	Frakturanzahl	Prozentualer Anteil
Einfache Frakturen	183	96,8 %
Stückfrakturen	4	2,1 %
Splitterfrakturen	2	1,1 %
Gesamtanzahl an Pubisfrakturen	189	100,0 %

Die Frakturlinien der 183 einfachen Frakturen verliefen zu 97,8 % (179-mal) quer und 2,2 % (4-mal) längs bzw. schräg durch den Schambeinkörper, der in 95,8 % (181-mal) frakturiert war. Ein Bruch der Rami ossis pubis wurde in 4,2 % (achtmal) der Fälle gefunden (Tab. 23).

Tab. 23: Lokalisation der 189 Pubisfrakturen

Lokalisation der Pubisfrakturen	Frakturanzahl	Prozentualer Anteil
Frakturen des Corpus ossis pubis	181	95,8 %
Frakturen der Rami	8	4,2 %
Gesamtanzahl an Pubisfrakturen	189	100,0 %

1.6.7. Symphysiolyse

Eine vollständige Durchtrennung der Beckensymphyse konnte bei 25 (13,6 %) der 184 Katzen festgestellt werden, wobei der Anteil gemessen an der Gesamtsumme von 712 Beckenfrakturen bei 3,5 % lag. Partielle Frakturen des Ramus symphysialis des Sitzbeins oder von Schambeinanteilen herrührende Frakturen ohne Zusammenhangstrennung der Beckensymphyse wurden jeweils den Ischium- bzw. Pubisfrakturen zugeordnet.

Von den 25 Symphysiolyse waren sechs (24 %) nach dem Trauma noch in korrekter Position und nur geringgradig disloziert. In 19 Fällen (76 %) hingegen waren die beiden Beckenhälften mittel- bis hochgradig gegeneinander verschoben oder über eine größere Distanz von der anderen Seite entfernt (Tab. 24).

Tab. 24: Dislokation von 25 Symphysiolysen

Dislokationsgrad	Frakturanzahl	Prozentualer Anteil
Geringgradig	6	24,0 %
Mittelgradig	10	40,0 %
Hochgradig	9	36,0 %
Summe Symphysiolysen	25	100,0 %

1.6.8. Sakrumfraktur

Bezogen auf die 712 Beckenfrakturen waren Kreuzbeinbrüche mit einer Häufigkeit von 4,1 % (29-mal) vertreten und der Anteil betroffener Patienten lag bei 14,7 % (27 Katzen) von 184 Katzen. In zwei Fällen (7,4 %) waren die Anteile des Os sacrum beider Seiten betroffen und in 25 Fällen (92,6 %) lag eine einseitige Verletzung vor. Eine gleichzeitig kombinierte ipsilaterale Luxation im Iliosakralgelenk wurde bei 23 Sakrumfrakturen (79,3 %) diagnostiziert. Dabei waren nahezu alle Abrisse der Ala ossis sacri mit der genannten Verletzung assoziiert.

Nach der Einteilung in die bereits beschriebenen fünf Klassifikationstypen nach Anderson (1997) ergab sich für die 29 Frakturen folgende Verteilung. Mit 14 Typ-I-Frakturen (48,3 %) lagen am häufigsten Abrisse der knöchernen Spitze der Ala ossis sacri zu Grunde. Eine Längsfraktur des Typ II konnte achtmal (27,6 %) gefunden werden. Kaudale Transversalfrakturen des Typ III wurden viermal (13,8 %) und Abrisse kleinerer Knochenvorsprünge wie der Proc. articularis cranialis und die Procc. transversii dreimal (10,3 %) diagnostiziert. Eine kombinierte Längs- und Querfraktur des Kreuzbeins (Typ V) konnte bei keinem Patienten festgestellt werden (Tab. 25).

Tab. 25: Lokalisation der 29 Sakrumfrakturen und kombinierte Luxation des Iliosakralgelenkes (ISG)

Sakrumfrakturtypen und Lokalisation	Frakturanzahl	Prozentualer Anteil	Anzahl ipsilateraler Luxationen im ISG
Sakrumfraktur Typ I (Abriss der Ala ossis sacri)	14	48,3 %	13
Sakrumfraktur Typ II (Längsfraktur)	8	27,6 %	4
Sakrumfraktur Typ III (Kaudale Transversalfraktur)	4	13,8 %	3

Sakrumfraktur Typ IV (Abriss von Knochenvorsprüngen)	3	10,3 %	3
Sakrumfraktur Typ V (Kombination von II und III)	0	0,0 %	0
Anzahl an Sakrumfrakturen	29	100,0 %	23

1.7. Frakturkombinationen und Klassifizierung nach Messmer / Montavon

Die kontrollierten Beckenfrakturen wurden anhand des bereits beschriebenen Klassifizierungsschemas eingeteilt. Jeder Frakturkombination wurde ein fünf- bis siebenstelliger numerischer Code nach Messmer und Montavon (2004) zugewiesen. Die Frakturen wurden außerdem anhand eines vereinfachten Schemas bildlich dargestellt. Eingezeichnete schwarze Balken signalisierten dabei die vorliegenden Frakturen. Graue Balken stellten die möglichen und am häufigsten vorkommenden Kombinationsfrakturen dazu dar. Stückfrakturen wurden durch y-förmige und Splitterfrakturen durch x-förmige Balken repräsentiert. Pfeile signalisierten die unterschiedlichen Dislokalisationsgrade bei Luxationen im Iliosakralgelenk.

1.7.1. Beckenfrakturen ohne Beteiligung Gewicht tragender Elemente

In die erste Klassifizierungsgruppe fallen einfache Beckenfrakturen, bei denen die kraftübertragenden Strukturen des Beckenringes intakt geblieben sind. Dazu zählen Randfrakturen, Absprengungen und isolierte Beckenbodenbrüche. Bei der durchgeführten Untersuchung an 184 Katzen konnte nur ein Patient dieser Gruppe zugewiesen werden, der beidseitige kaudale Frakturen der Sitzbeinkörper unter Beteiligung der Sitzbeintafel aufwies (Abb. 7).

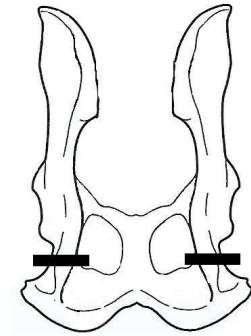


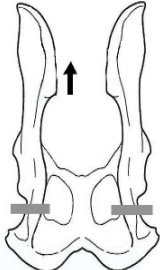
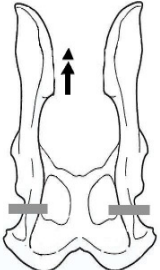
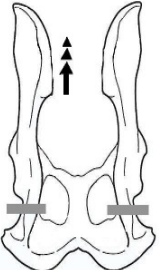
Abb. 7: Beidseitige Fraktur des Corpus ossis ischii ohne Beteiligung Gewicht tragender Elemente des Beckenringes (Frakturcode 61C31)

1.7.2. Beckenfrakturen mit einseitiger Beteiligung Gewicht tragender Elemente

In diese Gruppe fielen alle Frakturen, die nur einseitig Segmente des kraftübertragenden Beckenringes involvierten.

Einseitige Luxationen im Iliosakralgelenk traten bei den Katzen selten (1,6 %) singulär auf (dreimal). Am häufigsten (4,8 %) waren sie mit kontralateralen Frakturen des Beckenbodens insbesondere des Sitzbeinkörpers assoziiert (neunmal). Wie in der Tabelle 26 ersichtlich, folgten an zweiter Stelle (3,2 %) ipsilaterale Frakturen des Sitzbeins (sechsmal).

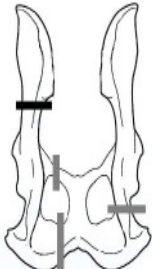
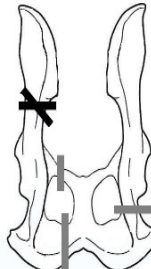
Tab. 26: Einseitige Luxationen im Iliosakralgelenk (ISG) in Kombination mit Beckenbodenfrakturen

Einseitige Luxation im Iliosakralgelenk		Patient enanza hl		Patient enanza hl		Patient enanza hl
	Geringgradige		Mittelgradige		Hochgradig	

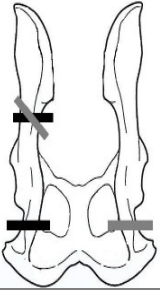
	Luxation 62A1		Luxation 62A2		e Luxation 62A3	
Ohne zusätzliche Frakturen	62A11	1	62A21	2	62A31	0
Mit kontralateraler Fraktur des Corpus ossis ischii	62A12	0	62A22	3	62A32	6
Mit ipsilateraler Fraktur des Corpus ossis ischii	62A13	3	62A23	1	62A33	2

Einseitige Frakturen des Corpus ossis ilii lagen 14-mal (7,6 %) ohne und 22-mal (11,9 %) mit begleitenden Frakturen von Sitz- und Schambein vor (Tab. 27).

Tab. 27: Einseitige Darmbeinkörperfrakturen in Kombination mit Beckenbodenfrakturen

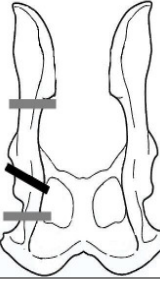
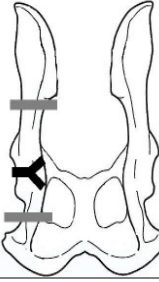
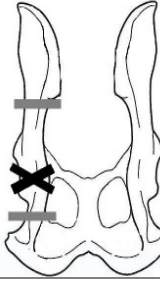
Einseitige Fraktur des Corpus ossis ilii		Patientenanzahl		Patientenanzahl
	Einfacher Frakturtyp 62B1		Multipler Frakturtyp 62B2	
Ohne Beckenbodenfrakturen	62B11	8	62B21	6
Mit ipsilateralen Beckenbodenfrakturen	62B12	7	62B22	1
Mit kontralateraler Fraktur des Corpus ossis ischii	62B13	4	62B23	4

In acht Fällen waren ipsilateral Schambeinkörper und Sitzbeintafel frakturiert, was zu einer Unterbrechung der Verbindung der beiden Beckenhälften führte. Eine ipsilaterale Fraktur des Corpus ossis ischii wurde dreimal, eine kontralaterale achtmal und eine beidseitige Beteiligung des Sitzbeins ebenfalls dreimal vorgefunden (Tab. 27).

Einseitige Fraktur des Corpus ossis ilii		Patientenanzahl
	Einfacher/multipler Frakturtyp 62B3	
Mit ipsilateraler Fraktur des Corpus ossis ischii	62B31	2
Mit Splitterfraktur des Ilium und ipsilateraler Ischiumfraktur	62B32	1
Mit beidseitiger Fraktur des Corpus ossis ischii	62B33	3

Eine einseitige Azetabulumfraktur unterschiedlicher Komplexizität wurde 12-mal (6,5 %) ohne Vorliegen von Begleitfrakturen am Becken diagnostiziert. Eine ipsilaterale Beteiligung des Sitzbeinkörpers wurde bei drei Katzen festgestellt. In sieben Fällen (3,8 %) lagen ipsilaterale Kombinationsfrakturen von Azetabulum und Corpus ossis ilii vor (Tab. 28).

Tab. 28: Einseitige Azetabulumfrakturen in Kombination mit Darmbein- und Beckenbodenfrakturen

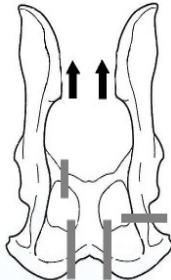
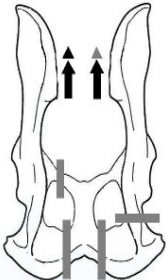
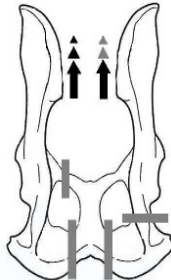
Einseitige Azetabulumfraktur		Patientenanzahl		Patientenanzahl		Patientenanzahl
	Einfacher Frakturtyp 62C1		Stückfraktur 62C2		Splitterfraktur 62C3	
Ohne Begleitfrakturen	62C11	6	62C21	2	62C31	4

Mit ipsilateraler Fraktur des Corpus ossis ischii	62C12	2	62C22	1	62C32	0
Mit ipsilateraler Fraktur des Corpus ossis ilii	62C13	2	62C23	2	62C33	3

1.7.3. Beckenfrakturen mit beidseitiger Beteiligung Gewicht tragender Elemente

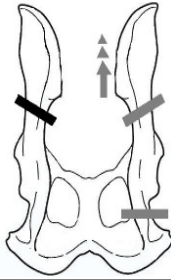
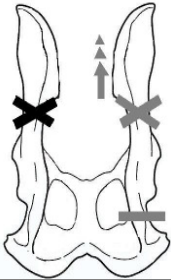
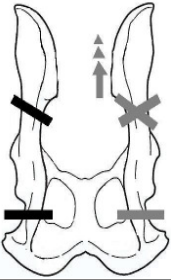
Beidseitige Luxationen im Iliosakralgelenk unterschiedlichen Dislokationsgrades waren 41-mal (22,3 %) mit Frakturen des Beckenbodens assoziiert. Dabei führten ipsilaterale Frakturen von Schambein und Sitzbeintafel oder komplette Symphysiolysen zur Unterbrechung der Verbindung der Beckenhälften in 24 Fällen. Kombinierte Beckenbodenbrüche ohne Zusammenhangstrennung der beiden Beckenhälften im Bereich der Symphysis pelvina wurden 17-mal (9,2 %) registriert (Tab. 29).

Tab. 29: Beidseitige Luxationen im Iliosakralgelenk (ISG) in Kombination mit Beckenbodenfrakturen

Beidseitige Luxation im Iliosakralgelenk		Patientenanzahl		Patientenanzahl		Patientenanzahl
	Gering-gradige Luxation 63A1		Mittel-gradige Luxation 63A2		Hoch-gradige Luxation 63A3	
Mit intakter Verbindung der Beckenhälften über die Symphyse	63A11	2	63A21	11	63A31	4
Mit unterbrochener Verbindung der Beckenhälften über die Symphyse	63A12	1	63A22	17	63A32	6
Mit kombinierter Fraktur des Corpus ossis ischii	63A13	0	63A23	0	63A33	0

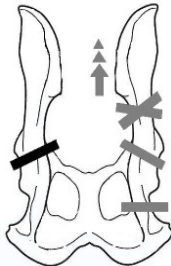
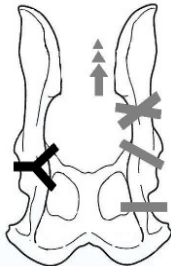
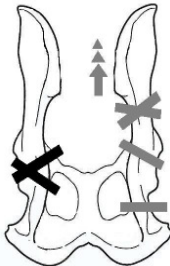
Darmbeinkörperfrakturen waren 44-mal (23,9 %) mit einer Luxation des kontralateralen Iliosakralgelenkes unterschiedlichen Ausmaßes kombiniert. Davon lagen in neun Fällen zusätzlich Frakturen des kontralateralen Sitzbeinkörpers vor, der in drei weiteren Fällen sogar beidseits frakturiert war. Eine ipsilaterale Beteiligung des Corpus ossis ischii wurde insgesamt 13-mal diagnostiziert, worin die drei Fälle mit beidseitiger Beteiligung enthalten waren. Keine einzige Katze wies eine beidseitige Fraktur des Darmbeinkörpers auf (Tab. 30).

Tab. 30: Iliumfrakturen in Kombination mit kontralateralen Ilium- und Beckenbodenfrakturen sowie Luxationen im Iliosakralgelenk

Fraktur des Corpus ossis ilii kombiniert mit kontralateraler Luxation im ISG oder Iliumfraktur		Patientenanzahl		Patientenanzahl		Patientenanzahl
	Einfacher Frakturtyp 63B1		Multipler Frakturtyp 63B2		Mit ipsilateraler Fraktur des Corpus ossis ilii et ischii 63B3	
Mit kontralateraler Luxation im ISG						
Geringgradig	63B111	5	63B211	1	63B311	2
Mittelgradig	63B112	9	63B212	1	63B312	5
Hochgradig	63B113	4	63B213	2	63B313	3
Mit kontralateraler Luxation im ISG und Fraktur des Corpus ossis ischii						
Geringgradig	63B121	0	63B221	0	63B321	3
Mittelgradig	63B122	5	63B222	1	63B322	0
Hochgradig	63B123	1	63B223	2	63B323	0
Mit kontralateraler Fraktur des Corpus ossis ilii et ischii	63B131	0	63B231 63B232	0 0	63B331 63B332 63B333	0 0 0

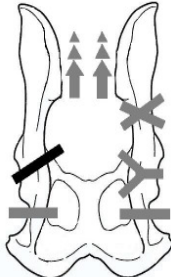
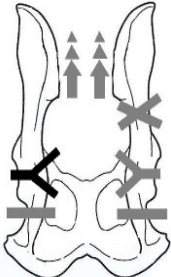
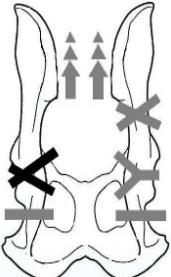
Einfache Frakturen, Stück- und Splitterbrüche des Azetabulums ohne ipsilaterale Beteiligung weiterer Beckenknochen waren fünfmal (2,7 %) mit einer kontralateralen Luxation im Iliosakralgelenk kombiniert. Kontralaterale Kombinationsfrakturen von Corpus ossis ilii et ischii und/oder Azetabulum wurden nicht festgestellt (Tab. 31).

Tab. 31: Azetabulumfrakturen in Kombination mit kontralateralen Beckenfrakturen

Azetabulum- fraktur in Kombination mit kontralateralen Frakturen des Gewicht tragenden Beckenringes		Patienten- anzahl		Patienten- anzahl		Patienten- anzahl
	Einfacher Frakturtyp 63C11		Stückfraktur 63C21		Splitterfraktur 63C31	
Mit kontralateraler Luxation im ISG						
Geringgradig	63C1111	3	63C2111	0	63C3111	1
Mittelgradig	63C1112	1	63C2112	0	63C3112	0
Hochgradig	63C1113	0	63C2113	0	63C3113	0
Mit kontralateraler Ilium-/ Ischiumfraktur	63C1121-23	0	63C2121-23	0	63C3121-23	0
Mit kontralateraler Azetabulum- fraktur	63C1131	0	63C2131	0	63C3131	0

In acht Fällen (4,3 %) waren Azetabulumfrakturen mit ipsilateralen Frakturen des Sitzbeinkörpers oder ipsilateralen Luxationen im Iliosakralgelenk kombiniert. Zusätzlich wiesen von diesen Katzen fünf kontralaterale Luxationen im Iliosakralgelenk, zwei kontralaterale Azetabulumfrakturen und eine Katze eine kontralaterale Ilium- und Ischiumfraktur auf (Tab. 32).

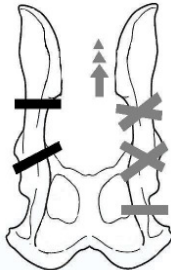
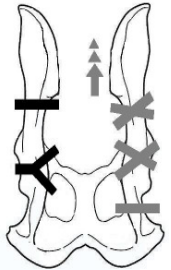
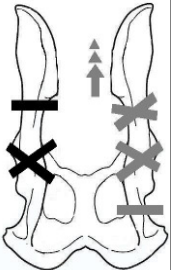
Tab. 32: Azetabulumfrakturen in Kombination mit ipsi- und kontralateralen Beckenfrakturen

Azetabulumfrakturen in Kombination mit ipsi- und kontralateralen Beckenfrakturen		Patientenanzahl		Patientenanzahl		Patientenanzahl
	Einfacher Frakturtyp 63C12		Stückfraktur 63C22		Splitterfraktur 63C32	
Mit kontralateraler Luxation im ISG						
Geringgradig	63C1211	2	63C2211	0	63C3211	0
Mittelgradig	63C1212	2	63C2212	0	63C3212	1
Hochgradig	63C1213	0	63C2213	0	63C3213	0
Mit kontralateraler Ilium-/Ischiumfraktur	63C1221	0	63C2221	0	63C3221	0
	63C1222	1	63C2222	0	63C3222	0
	63C1223	0	63C2223	0	63C3223	0
Mit kontralateraler Azetabulumfraktur	63C1231	2	63C2231	0	63C3231	0
	63C1232	0	63C2232	0	63C3232	0

Ipsilaterale Kombinationsfrakturen von Azetabulum und Corpus ossis ilii wurden bei acht Katzen (4,3 %) diagnostiziert. Gleichzeitige kontralaterale Luxationen im Iliosakralgelenk wurden am häufigsten festgestellt (siebenmal). Kontralaterale Frakturen von Corpus ossis ilii

et ischii lagen hingegen bei keiner Katze vor. Eine einzige Katze zeigte neben der ipsilateralen Azetabulum- und Iliumfraktur noch eine kontralaterale Azetabulumsplitterfraktur (Tab. 33).

Tab. 33: Ipsilaterale Azetabulum- und Iliumfrakturen in Kombination mit kontralateralen Beckenfrakturen

Ipsilaterale Azetabulum- und Iliumfrakturen in Kombination mit kontralateralen Beckenfrakturen		Patientenanzahl		Patientenanzahl		Patientenanzahl
	Einfacher Frakturtyp 63C13		Stückfraktur 63C23		Splitterfraktur 63C33	
Mit kontralateraler Luxation im ISG						
Geringgradig	63C1311	2	63C2311	2	63C3311	0
Mittelgradig	63C1312	1	63C2312	0	63C3312	0
Hochgradig	63C1313	1	63C2313	0	63C3313	1
Mit kontralateraler Ilium-/ Ischiumfraktur	63C1321	0	63C2321	0	63C3321	0
	63C1322	0	63C2322	0	63C3322	0
	63C1323	0	63C2323	0	63C3323	0
Mit kontralateraler Azetabulumfraktur	63C1331	0	63C2331	0	63C3331	0
	63C1332	0	63C2332	0	63C3332	0
	63C1333	0	63C2333	0	63C3333	1

2. Durchführung der Spätkontrollen

2.1. Kontrollzeitpunkt

Eingang in diese Arbeit fanden die Daten von 184 Patienten, die alle zur klinischen und radiologischen Kontrolle in die Klinik einbestellt werden konnten. Alleinige telefonische Besitzerauskünfte oder Mitteilungen über bereits verstorbene Katzen wurden nicht berücksichtigt. Der Kontrollzeitraum nach der Operation erstreckte sich dabei von mindestens 8 Monaten bis hin zu 14,6 Jahren, um den Charakter einer Spätkontrolle zu unterstreichen. Im Durchschnitt lag der Kontrollzeitpunkt bei 4,6 Jahren nach der Operation.

2.2. Klinische Untersuchung

Bei der Vorstellung zur Spätkontrolle wurde zunächst vor jeglicher Manipulation des Patienten dessen Gangbild beurteilt und den Katzen Zeit zur Gewöhnung an die Umgebung gegeben. Lahmheiten und abweichende Gangbilder wurden erfasst und nach Grad der Ausprägung eingeteilt. Danach wurden die Katzen einer gründlichen Allgemeinuntersuchung unterzogen. Anschließend wurde der Muskelumfang beider Oberschenkel mit einem Maßband bestimmt und eine spezielle orthopädische Untersuchung, insbesondere unter Beachtung der Beweglichkeit der Hüftgelenke und des Grades einer eventuellen Schmerzhaftigkeit, durchgeführt. In Abhängigkeit der ursprünglichen Verletzungen und des klinischen Erscheinungsbildes des Patienten zum Kontrollzeitpunkt wurde zusätzlich eine spezielle neurologische Untersuchung vorgenommen.

2.3. Röntgenologische Untersuchung

Zur Beurteilung der Konsolidierung der Beckenfrakturen, des Sitzes der Implantate und des Auftretens degenerativer Gelenkveränderungen wurden Standardaufnahmen des Beckens mit ventrodorsalem und laterolateralem Strahlengang angefertigt. Zur besseren Darstellung der Hüftgelenke wurden im Bedarfsfall Schrägaufnahmen im Winkel von 20 – 45° hergestellt.

3. Ergebnisse

3.1. Ergebnisse der einzelnen Verletzungsformen

3.1.1. Luxation im Iliosakralgelenk

Von den 128 betroffenen Patienten mit insgesamt 176 Luxationen im Iliosakralgelenk wiesen 80 (62,5 %) eine einseitige und 48 (37,5 %) eine beidseitige Beteiligung des Kreuzbein-Darmbein-Gelenks auf. Eine operative Versorgung wurde bei 142 (80,7 %) der 176 Verletzungen durchgeführt. Eine konservative Therapie erfuhren lediglich 34 (19,3 %) Luxationen im Iliosakralgelenk. In Abhängigkeit des Dislokationsgrades ergab sich dabei folgende Verteilung. Die Osteosynthesefrequenz lag bei 25 einseitigen Luxationen mit geringgradiger Dislokation bei 40 % (10-mal operativ). Bei den 30 einseitigen mittelgradig verschobenen Luxationen betrug sie bereits 56,7 % (17-mal operativ) und bei den 25 einseitigen hochgradig dislozierten Luxationen sogar 92 % (23-mal operativ). Damit ließ sich ein deutlicher Anstieg der Entscheidungen für eine operative Versorgung im Zusammenhang mit dem Dislokationsgrad der Verletzung beobachten (Tab. 34).

Von den 48 Patienten mit 96 beidseitigen Luxationen im Iliosakralgelenk wurden 92 Luxationen (95,8 %) operativ versorgt, wobei eine Fixierung mittels Zugschrauben 63-mal erfolgte. Von den übrigen 29 Iliosakralgelenken wurden 26 allein durch Reponierung und Fixation der gegenüberliegenden Seite wieder in die physiologische Position gebracht ohne selbst ein Im-plantat zu erhalten. Außerdem konnten dreimal durch die Platzierung einer einzelnen ausreichend langen Schraube die Iliosakralgelenke beider Seiten fixiert werden.

Für die operative Darstellung wurde in den meisten Fällen der Zugang zum Iliosakralgelenk von dorsolateral oder ein modifizierter lateraler Zugang bei gleichzeitiger Versorgung von Ilium- oder Azetabulumfrakturen gewählt. Als bevorzugte Implantate fanden Kortikalis-Zugschrauben der Größen 2.0 mm bis 3.5 mm mit einer Länge von 22 – 34 mm Anwendung. Die Reposition der Luxation und die Platzierung der Schraube wurden unter Durchleuchtungskontrolle mittels eines C-Bogens durchgeführt. Alle singulären Zugschrauben wurden mit einer Eindringtiefe von mehr als 60 % der Kreuzbeinbreite in das Os sacrum gesetzt.

Bei der Auswertung der Röntgenbilder zum Zeitpunkt der Spätkontrolle wurden das Auftreten sekundärer Arthrosen und Spondylosen im Bereich der kaudalen Lendenwirbel und des Kreuzbeins, eine Ankylosierung des Iliosakralgelenks und der Grad einer möglichen Beckeneinengung festgehalten. Eine Schraubenlockerung konnte nur bei einem einzigen Patienten gefunden werden.

Eine vollständige Ankylosierung des Iliosakralgelenks wurde in 196 Fällen gefunden. Davon betrafen 135 Fälle (68,9 %) Iliosakralgelenke, die durch das Trauma luxiert waren. Bei den übrigen 61 (31,1 %) handelte es sich um gesunde Iliosakralgelenke, die aufgrund anderer Ursachen ankylosierten. So führte in 20 Fällen eine operative Versorgung einer Iliumfraktur mit Fixation des ISG durch die verwendete Platte zu einer Ankylosierung. Eine konservative Versorgung einer einseitigen Luxation im Iliosakralgelenk verursachte in 17 Fällen eine Ankylosierung des kontralateralen intakten Iliosakralgelenks. Eine einseitig operativ versorgte Luxation im Iliosakralgelenk konnte 24-mal mit einer Ankylosierung des kontralateralen intakten Iliosakralgelenks in Verbindung gebracht werden.

In Bezug auf die Gesamtanzahl von 176 Iliosakralgelenksluxationen lag die Ankylosefrequenz zum Zeitpunkt der Spätkontrolle bei 76,7 % (135 Luxationen). Erwartungsgemäß lag die Häufigkeit der Ankylosierung bei den 142 operativ versorgten Luxationen, bei denen eine künstliche Arthrodesse angestrebt wurde, mit 78,9 % (112-mal) höher als bei den 34 konservativ versorgten mit einer Ankylosefrequenz von 67,6 % (23-mal). Die Ankylosehäufigkeiten bezogen auf die jeweiligen Dislokationsgrade sind aus der Tabelle 34 ersichtlich.

Tab. 34: Häufigkeit von Ankylosen, Arthrosen, Spondylopathien und Lahmheiten bei 176 Iliosakralgelenksluxationen

Lokalisation, Dislokationsgrad und Therapie der Iliosakralgelenksluxationen	Anzahl betroffener Iliosakralgelenke	Ankylosen	Iliosakralgelenke mit Arthrose	Patienten mit Spondylopathien L6-L7-Sakrum	Patienten mit Lahmheit oder abweichendem Gangbild nach Luxation im ISG
Einseitig ggr. operativ	10	9	1	1	0
Einseitig ggr. konservativ	15	9	1	0	0
Einseitig mgr. operativ	17	14	0	1	0
Einseitig mgr. konservativ	13	9	2	1	0
Einseitig hgr. operativ	23	16	1	2	1
Einseitig hgr. konservativ	2	2	0	0	1
Beidseitig ggr. operativ	12	6	1	0	1
Beidseitig ggr. konservativ	4	3	0	0	0
Beidseitig mgr. operativ	60	50	7	3	4
Beidseitig mgr. konserv.	0	0	0	0	0
Beidseitig hgr. operativ	20	17	6	0	1
Beidseitig hgr. konservativ	0	0	0	0	0
Summe	176	135	19	8	8
Keine Luxation im ISG		61	6	1	
Patienten mit Luxationen im Iliosakralgelenk	128				

Patienten gesamt	184				
------------------	-----	--	--	--	--

Zusätzlich dazu wiesen 19 Iliosakralgelenke arthrotische Zubildungen auf, was einer Arthrosefrequenz gemessen an 176 Luxationen von 10,8 % entspricht. Bei differenzierter Betrachtung beträgt die Arthrosefrequenz bei den 142 chirurgisch versorgten Luxationen 11,2 % und bei den 34 konservativ versorgten Luxationen 8,8%. Außerdem konnten an sechs nicht traumatisierten Iliosakralgelenken Veränderungen im Sinne einer Arthropathia deformans gefunden werden, die mit kontralateralen Luxationen im Iliosakralgelenk und ipsilateralen Iliumfrakturen in Verbindung standen.

Bei acht (6,3 %) der 128 betroffenen Katzen konnten Spondylopathien zwischen dem sechsten und siebten Lendenwirbel und dem Kreuzbein auf den Röntgenbildern diagnostiziert werden (Tab. 34).

Bei der klinischen Untersuchung zum Zeitpunkt der Spätkontrolle fiel bei drei Tieren (2,3 %) ein abweichendes steifes Gangbild ohne deutlich ersichtliche Lahmheit auf.

Von den fünf (3,9 %) Katzen, die lahm gingen, zeigte eine Katze eine bestehende Axonotmesis des rechten N. ischiadicus, die ehemals durch eine beidseitige hochgradige Dislokation der luxierten Iliosakralgelenke verursacht worden war. Bei dieser Katze wurde nur das rechte Iliosakralgelenk operativ fixiert. Das linke Iliosakralgelenk war nach der Operation weiterhin hochgradig disloziert und führte zu einer erheblichen Beckeneinengung, was eine rezidivierende Koprostase bei dem Patienten verursachte. Die bestehende Schädigung des N. ischiadicus ging neben der erwähnten Lahmheit zudem mit einer Muskelatrophie von 3 cm am rechten Oberschenkel einher. Eine weitere Ursache für die Lahmheit eines Patienten konnte in einer bestehenden hochgradigen Dislokation einer operativ versorgten Iliosakralgelenksluxation mit einhergehendem hochgradigem Beckenschiefstand gefunden werden. Bei einer weiteren Katze führten hochgradige Arthrosen des Iliosakralgelenks und hochgradige Spondylopathien zu einer Lahmheit, während bei einer anderen Katze ipsilaterale Arthrosen von Iliosakralgelenk und Hüfte verantwortlich waren. Eine weitere Lahmheit wurde außerdem durch ein in die Beckenhöhle kollabiertes Hemipelvis nach konservativ behandelter Luxation im Iliosakralgelenk verursacht.

Eine durch die Iliosakralgelenksluxation verursachte vorübergehende Neurapraxie des N. ischiadicus konnte bei 12 Katzen kurz nach dem Trauma festgestellt werden. Zwei Tiere wiesen dieses neurologische Erscheinungsbild erst unmittelbar nach der operativen Versorgung auf. Die vollständige neurologische Regeneration der Katzen mit einer Neurapraxie fand innerhalb von maximal zwei Monaten nach dem Trauma statt. Insgesamt kam es bei 11,7 % (15 Katzen) der 128 Patienten mit Luxationen im Iliosakralgelenk durch

das Trauma zur Schädigung des N. ischiadicus, wovon eine Katze noch zum Zeitpunkt der Spätkontrolle die genannten neurologischen Defizite zeigte.

Von den 128 Katzen mit Luxationen im Iliosakralgelenk wiesen 84 (65,6 %) vor der Operation und acht (6,3 %) zum Kontrollzeitpunkt eine auf die Verletzung zurückzuführende Beckeneinengung auf. Diese konnte in fünf Fällen als geringgradig und dreimal als hochgradig eingestuft werden. Bei den drei hochgradigen Beckeneinengungen lagen ursprünglich beidseitige hochgradige Luxationen des Iliosakralgelenks zu Grunde, die jeweils nur einseitig operativ fixiert wurden. In allen drei Fällen führte die nicht fixierte Seite durch bestehende Dislokation zur Beckeneinengung. Klinische Probleme durch eine Beckeneinengung wies nur eine Katze auf, die zusätzlich die bereits beschriebene Ischiadikusschädigung hatte.

Eine Schmerzhaftigkeit bei Druck auf das Iliosakralgelenk konnte bei acht Katzen (6,3 %) zum Zeitpunkt der Spätkontrolle festgestellt werden. Zwei dieser Tiere hatten hochgradige Spondylosen zwischen dem siebten Lendenwirbel und dem Kreuzbein. Lediglich bei einer Katze konnte eine ipsilaterale Muskelatrophie des Oberschenkels von 1 cm eindeutig und allein auf eine Schmerzhaftigkeit im Iliosakralgelenk nach versorgter Luxation zurückgeführt werden.

3.1.2. Iliumfraktur

Bei den 99 Katzen mit 101 Iliumfrakturen wurden 100 Frakturen operativ versorgt, was einer Osteosynthesefrequenz von 99 % entsprach. Eine kurze, nicht dislozierte Schrägfraktur des kranialen Darmbeinkörpers konnte erfolgreich konservativ therapiert werden.

In Abhängigkeit des Frakturtyps und der Lokalisation wurde entweder der laterale oder der dorsolaterale Zugang zum Ilium sowohl mit als auch ohne Osteotomie des Trochanter major gewählt. Zur endgültigen Fixation dienten in 89 Fällen dynamische Kompressionsplatten und in sieben Fällen T-Platten. Zweimal wurden Rekonstruktionsplatten und jeweils einmal eine schneidbare Platte (VCP) und eine Rundlochplatte verwendet. Dabei handelte es sich vornehmlich um Platten der Größe 2.0 mm, selten 1.5 mm, und einer Lochanzahl von sieben bis zwölf. In 92 Fällen wurde bei der Stabilisierung der Iliumfraktur das ipsilaterale intakte Iliosakralgelenk durch eine bis hin zu vier kraniale, lange Plattenschrauben mit fixiert. Dabei konnten zum Zeitpunkt der Spätkontrolle bei 30 Patienten (32,6 %) Schraubenlockerungen festgestellt werden, wovon 26-mal die in das Iliosakralgelenk reichenden Schrauben und viermal andere Schrauben betroffen waren. Eine Platzierung der Platte ohne Fixation des

ipsilateralen Iliosakralgelenks wurde achtmal vorgenommen. Dabei kam es in drei Fällen (37,8 %) zur Implantatlockerung. Insgesamt ließ sich damit eine Lockerungsfrequenz der Implantate bei 100 versorgten Iliumfrakturen von 33 % (33-mal) festhalten.

Zum Kontrollzeitpunkt waren alle Iliumfrakturen durchbaut, wobei 19-mal die Konsolidierung unter vermehrter bis hin zu überschießender Kallusbildung erfolgte und dreimal Osteophyten am Darmbeinkörper angelagert wurden. In einem Fall konnte ein nicht konsolidierter einzelner Knochensplitter medial des Iliums identifiziert werden. Eine durch mangelhafte Frakturstabilisierung bedingte überschießende Kallusbildung führte im postoperativen Heilungsstadium einer Katze zur Kompression des N. ischiadicus, was ein operatives Eingreifen mit Implantatentfernung und Kallusrevision erforderlich machte.

Bei der Auswertung der Röntgenbilder der Langzeitkontrollen wurden zum einen die Konsolidierung und der Sitz der Implantate und zum anderen das Vorhandensein von Koxarthrose, Veränderungen der Knochensubstanz, Knochenzubildungen und Beckeneinengungen berücksichtigt.

Arthrotische Veränderungen der Hüftgelenke wurden bei 15 Tieren gefunden womit eine Arthrosefrequenz von 15,2 % für die 99 Patienten mit Iliumfrakturen festgestellt werden konnte. Von diesen 15 betroffenen Hüftgelenken wiesen acht geringgradige, fünf mittelgradige und zwei hochgradige Veränderungen auf. Vier Katzen (4 %) zeigten zusätzlich zu den genannten röntgenologischen Veränderungen eine Lahmheit. Diese war in einem Fall mittelgradig und in drei Fällen hochgradig ausgeprägt, wobei sich drei der Tiere eine ipsilaterale Azetabulumfraktur zugezogen hatten und ein Tier auf der gleichen Seite eine Fehlstellung im Tarsus hatte. Insbesondere ipsilaterale Brüche der Hüftgelenkspfanne müssen bei der Beurteilung der Arthrose- und Lahmheitshäufigkeit von Darmbeinfrakturen mit berücksichtigt werden. Eine Muskelatrophie des Oberschenkels der betroffenen Seite konnte in 27 Fällen (27,3 %) gemessen werden. Von den Katzen mit einer messbar schlechteren Bemuskelung hatten vier Koxarthrose und drei neben einer Koxarthrose auch eine Lahmheit. Bei 20 Katzen konnte ein reduzierter Muskelumfang festgestellt werden, ohne dass eine Arthrose des Hüftgelenks der gleichen Seite vorlag. Die Werte der gemessenen Muskelatrophien werden hierzu in einem eigenen Kapitel erläutert.

In der klinisch-orthopädischen Untersuchung konnte durch Extension und Rotation der Hüftgelenke bei 42 (42,4 %) Patienten eine Schmerzhaftigkeit ausgelöst werden, die in den meisten Fällen von geringgradiger Ausprägung war. Koxarthrosen waren bei 10 dieser Patienten nachweisbar. 32 Tieren war die Manipulation der Hüfte unangenehm bis schmerzhaft, ohne dass degenerative Veränderungen vorlagen.

Wie in dem vorangegangenen Kapitel bereits geschildert, kam es in 20 Fällen einer operativen Versorgung von Iliumfrakturen zur Ankylosierung und in zwei Fällen zur Arthrosebildung des ipsilateralen nicht luxierten Iliosakralgelenks.

Vor der operativen Versorgung wurde eine Beckeneinengung durch Verlagerung der kaudalen Iliumfragmente nach medial bei 68 (68,7 %) der 99 Katzen mit Iliumfrakturen festgestellt. Zum Zeitpunkt der Spätkontrolle wiesen noch neun Tiere (9,1 %) eine Einengung der Beckenhöhle auf, die in fünf Fällen geringgradig, dreimal mittelgradig und einmal hochgradig ausgeprägt und nahezu ausschließlich durch vermehrte Kallusbildung während der Konsolidierungsphase verursacht worden war. Keiner der Patienten litt unter Koprostase oder anderen durch die Beckeneinengung verursachten klinischen Problemen.

Eine Katze mit einer mittelgradigen Einengung wies nach der Konsolidierung einer Iliumsplitterfraktur eine anhaltende Axonotmesis des N. ischiadicus bzw. N. tibialis auf, die sich durch eine intermittierende Durchtrittigkeit im Tarsus und Sensibilitätsstörungen der Pfote äußerte. Eine andere Katze litt bei der klinischen Spätkontrolle ebenfalls unter einer Axonotmesis, die durch gelegentliches Nachschleifen der Hinterhand sowie Kot- und Harnabsatzprobleme geprägt war. Eine vorübergehende Neurapraxie des N. ischiadicus konnte bei 10 Katzen unmittelbar nach dem Trauma und bei einer Katze nach der operativen Versorgung diagnostiziert werden. Insgesamt wurde bei 13,1 % (13 Katzen) der 99 Patienten mit Iliumfrakturen eine mit der Verletzungslokalisation zusammenhängende Schädigung des N. ischiadicus nach dem Trauma festgestellt, wovon zwei Patienten noch zum Zeitpunkt der Spätkontrolle neurologische Symptome aufwiesen.

3.1.3. Azetabulumfraktur

Bei 44 Katzen konnten 47 Azetabulumfrakturen diagnostiziert werden, womit bei drei Patienten beide Hüftgelenke (6,8 %) betroffen waren. Eine operative Versorgung wurde bei 45

(95,7 %) der Azetabulumfrakturen vorgenommen. Bei den zwei (4,3 %) konservativ versorgten Azetabulumfrakturen handelte es sich einmal um eine kleine Absprengung des dorsalen Pfannendaches und in dem anderen Fall um eine Fraktur des mittleren Pfannendrittels.

Die operative Darstellung erfolgte in allen Fällen über einen kranio-lateralen Zugang mit Osteotomie des Trochanter major. Zur Fixation wurden nahezu ausschließlich Osteosyntheseplatten der Größe 2.0 mm, selten 1.5 mm, und einer Länge von sechs bis zwölf

Loch verwendet, wobei es sich überwiegend um dynamische Kompressionsplatten (42-mal) handelte. Einmal wurde eine 13-Loch-Rundlochplatte benutzt und in einem anderen Fall erfolgte die Fixation mittels zweier Orbitapplatten, die übereinander fixiert wurden. Bei einer Katze wurde lediglich eine operative Entfernung von Knochensplintern ohne eigentliche Fixation der Azetabulumfraktur vorgenommen. Eine Platzierung der Platte mit gleichzeitiger Fixation des ipsilateralen Iliosakralgelenks durch die ersten Schrauben erfolgte in vier Fällen. Davon waren zum Zeitpunkt der Spätkontrolle bei zwei Katzen (50 %) Schrauben gelockert, wobei es sich einmal um eine Schraube handelte, die in das Iliosakralgelenk gesetzt worden war, und einmal um eine weiter kaudal gelegene Schraube. In 40 Fällen wurde die Platzierung der Platte ohne Fixation des ipsilateralen Iliosakralgelenks vorgenommen. Dabei wurde eine Schraubenlockerung bei vier Patienten (10 %) festgestellt. Insgesamt lag die Lockerungsfrequenz bei den 44 mit einer Osteosyntheseplatte versorgten Azetabulumfrakturen bei 13,6 % (sechsmal).

Zum Zeitpunkt der Spätkontrolle waren 46 (97,9 %) der 47 Azetabulumfrakturen vollständig konsolidiert. Eine (2,1 %) nicht durchbaute Fraktur wies eine hochgradige Dislokation nach medial in die Beckenhöhle auf und führte durch Beckeneinengung und Koxarthrose zu klinischen Problemen des Patienten, die mit Lahmheit, Muskelatrophie und Schmerzhaftigkeit einhergingen. Die Konsolidierung erfolgte bei sieben Katzen (14,9 %) unter vermehrter Kallusbildung und bei vier Katzen (8,5 %) konnten am Trochanter major angelagerte Osteophyten festgestellt werden.

Neben der Konsolidierung, dem Sitz der Implantate und dem Vorhandensein von Knochenzubildungen wurden auch Koxarthrosen, Veränderungen der Knochensubstanz und Beckeneinengungen erfasst.

Von den 44 Katzen mit Azetabulumfrakturen wiesen zum Zeitpunkt der Spätkontrolle 15 (34,1 %) keine degenerativen Veränderungen des betroffenen Hüftgelenkes auf (Abb. 8). Eine Schmerzhaftigkeit bei der klinischen Untersuchung der Hüfte wurde bei vier (26,7 %) dieser Patienten festgestellt. Bei drei Katzen (20 %) ohne arthrotische Veränderungen konnte eine Muskelatrophie des Oberschenkels gemessen werden. Keine der arthrosefreien Katzen zeigte eine Lahmheit. Azetabulumfrakturen führten bei 29 Katzen (65,9 %) zu Veränderungen des Femurkopfes im Sinne einer Koxarthrose. Eine Arthrose des Hüftgelenks ohne einhergehende Lahmheit wurde bei 22 (50 %) der 44 Tiere diagnostiziert (Abb. 8), von denen 13 (59,1 %) bei der klinischen Untersuchung unangenehm bis schmerzhaft in der betroffenen Hüfte waren und 10 (45,5 %) eine messbare Muskelatrophie aufwiesen. Eine Koxarthrose des Hüftgelenks mit einer darauf zurückzuführenden Lahmheit der betroffenen Gliedmaße wurde bei sieben

(15,9 %) der 44 Patienten festgestellt (Abb. 8). Von diesen Patienten waren alle bei der Extension und Rotation des betroffenen Hüftgelenks schmerzhaft und bei sechs dieser Patienten (85,7 %) wurde eine Muskelatrophie gemessen. Insgesamt betrachtet waren von den 44 Patienten mit Azetabulumfrakturen bei der klinischen Nachkontrolle 24 (54,5 %) Katzen schmerzhaft im Hüftgelenk, 19 (43,2 %) wiesen eine messbare Muskelatrophie des Oberschenkels auf und sieben (15,9 %) zeigten eine orthopädische Lahmheit.

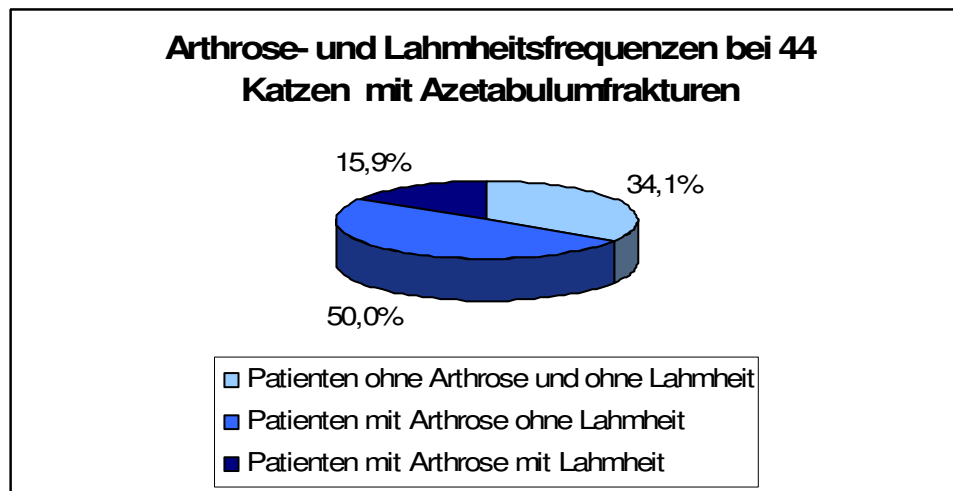


Abb. 8: Arthrose- und Lahmheitsfrequenzen bei 44 langzeitkontrollierten Katzen mit 47 Azetabulumfrakturen

Von den sieben Lahmheiten waren zwei undeutlich geringgradig, zwei deutlich geringgradig und drei mittelgradig ausgeprägt, wenn eine Einteilung in fünf Lahmheitsgrade (undeutlich geringgradig bis höchstgradig) zu Grunde gelegt wird. Ausgehend von einer Einteilung in drei Arthrosegrade stellten sich die 29 Koxarthrosen achtmal als geringgradige, 11-mal als mittelgradige und 10-mal als hochgradige Veränderungen des Hüftgelenks dar.

Bei drei Katzen (6,8 %) kam es im Verlauf der Frakturheilung zur Bildung so hochgradiger arthrotischer Veränderungen des geschädigten Hüftgelenks, dass eine Resektionsarthroplastik durchgeführt werden musste. Eine Katze wies außerdem zum Zeitpunkt der Spätkontrolle röntgenologisch eine Subluxationsstellung und Nearthrosebildung eines hochgradig degenerativ veränderten Femurkopfes auf. Eine Einschränkung der Hüftgelenksbeweglichkeit im Sinne einer Extensions- und Rotationshemmung konnte bei sieben Katzen (15,9 %) festgestellt werden.

Eine posttraumatische Einengung der Beckenhöhle durch Impression und Verlagerung von Azetabulumfragmenten wurde bei 17 Katzen (38,6 %) vorgefunden. Die Einengung war in vier Fällen (23,5 %) geringgradigen, in 11 Fällen (64,7 %) mittelgradigen und in zwei Fällen

(11,8 %) hochgradigen Ausmaßes. Zum Zeitpunkt der Spätkontrolle konnte hingegen nur noch bei vier Katzen (9,1 %) eine Beckeneinengung festgestellt werden, die zweimal geringgradig (50 %), einmal mittelgradig (25 %) und einmal hochgradig (25 %) ausgeprägt war. Bei der Katze mit der bestehenden hochgradigen Beckeneinengung handelte es sich um die bereits erwähnte nicht konsolidierte und nach medial verlagerte Azetabulumfraktur. Die mittelgradige Einengung wurde durch einen konsolidierten aber querstehenden Azetabulumsplitter verursacht. Keine der Katzen zeigte durch die Einengung bedingte Kotabsatzprobleme.

Eine Neurapraxie des N. ischiadicus im Zusammenhang mit einer Azetabulumfraktur konnte bei drei (6,8 %) der 44 Katzen unmittelbar nach dem Trauma festgestellt werden. Eine vollständige neurologische Wiederherstellung der Funktionalität des geschädigten Nerven fand bei allen drei Katzen in einem Zeitraum von maximal sechs Wochen statt. Keine der Katzen wies eine postoperativ entstandene Parese oder schwerwiegendere Schädigungen in Form einer Axonotmesis oder Neurotmesis auf.

3.1.4. Ischiumfraktur

Insgesamt 145 Frakturen des Sitzbeins konnten bei 106 Katzen gefunden werden, wovon bei 28 Tieren (26,4 %) die Segmente beider Beckenhälften beteiligt waren. Eine chirurgische Fixation wurde in fünf Fällen durchgeführt, woraus sich eine sehr niedrige Osteosyntheserate von lediglich 3,4 % ergab. Die restlichen 140 Ischiumfrakturen wurden einer konservativen Therapie unterzogen, wobei die Fragmente in den meisten Fällen durch die Versorgung anderer Beckenfrakturen mit reponiert wurden.

Zur Darstellung des Frakturgebietes wurde ein Zugang von kaudal bzw. kaudolateral gewählt. Die Fixation zweier Frakturen der Tabula ossis ischii und einer Fraktur des Corpus ossis ischii erfolgte mittels einer Drahtzuggurtung. Eine kraniale Fraktur des Ramus acetabularis wurde zusammen mit einer ipsilateralen Fraktur des Azetabulums mit einer 7-Loch-DCP-2.0mm-Platte versorgt. Die Reposition der genannten Azetabulumfraktur war in diesem Fall so ungenügend, dass es in der darauf folgenden Heilungsphase zu hochgradiger Koxarthrosebildung kam und eine Resektionsarthroplastik durchgeführt werden musste, wogegen die Ischiumfraktur gut ausheilte. Ein abgerissener Tuber ischiadicum wurde mit einem transossären Fadenzügel fixiert. Vier der operativ versorgten Frakturen konsolidierten vollständig, lediglich der über den Fadenzügel fixierte Sitzbeinhöcker bildete eine Pseudarthrose. Eine Implantatlockerung konnte in keinem der Fälle beobachtet werden. Die Konsolidierung der konservativ versorgten Ischiumfrakturen erfolgte in 105 Fällen (72,4 %)

vollständig. Somit lies sich eine Pseudarthrosefrequenz zum Zeitpunkt der Langzeitkontrolle von 27,6 % (40-mal) festhalten. In Bezug auf die Frakturlokalisation kam es bei neun (11,8 %) der 76 Frakturen von Sitzbeinkörper und Sitzbeintafel zur Bildung einer Pseudarthrose. Bei den 50 Frakturen der Sitzbeinäste konnte in 20 Fällen (40 %) eine fehlende Konsolidierung festgestellt werden. Die höchste Pseudarthrosefrequenz wiesen Abrisse und Apophysiolysen des Tuber ischiadicum auf, wo von 19 abgerissenen Sitzbeinhöckern 11 (57,9 %) nicht konsolidierten (Tab. 35). Die insgesamt 40 Pseudarthrosen konnten zum Kontrollzeitpunkt bei 25 Katzen diagnostiziert werden.

Tab. 35: Häufigkeit und Druckdolenz von Pseudarthrosen bei Ischiumfrakturen

Lokalisation der Pseudarthrosen des Ischiums	Frakturanzahl	Pseudarthroseanzahl	Prozentualer Anteil der Pseudarthrosen an jeweiliger Frakturanzahl	Anzahl druckdolenter Pseudarthrosen	Prozentualer Anteil druckdolenter Pseudarthrosen an Pseudarthroseanzahl
Corpus und Tabula ossis ischii	76	9	11,8 %	1	11,1 %
Rami ossis ischii	50	20	40,0 %	5	25,0 %
Tuber ischiadicum	19	11	57,9 %	1	9,1 %
Summe	145	40		7	

Bei der klinischen Untersuchung zum Zeitpunkt der Spätkontrolle konnte bei sieben (6,6 %) der 106 Patienten mit Ischiumfrakturen eine Druckdolenz bei Palpation festgestellt werden, die sich auf die ursprüngliche Verletzung zurückführen und lokalisieren lies. Es handelte sich dabei ausschließlich um nicht konsolidierte Frakturen, die den Tieren bei starker Extension der Hüfte und Druck auf das Sitzbein unangenehm waren. Bezogen auf die Lokalisation war von den neun Pseudarthrosen des Sitzbeinkörpers und der Sitzbeintafel eine (11,1 %) druckdolent. Von den 20 nicht konsolidierten Frakturen der Sitzbeinäste waren es fünf (25 %) und von den 11 Pseudarthrosen des Sitzbeinhöckers war es eine (9,1 %) (Tab. 35).

Keine der kontrollierten Ischiumfrakturen konnte ursächlich mit dem Auftreten einer Muskelatrophie oder einer Lahmheit der ipsilateralen Gliedmaße in Verbindung gebracht werden. Die Lahmheiten der sieben Patienten, die auch Ischiumfrakturen hatten, ließen sich allesamt auf andere zu Grunde liegende Verletzungen zurückführen. Eine Koxarthrose des ipsilateralen Hüftgelenks konnte bei 21 Katzen mit Ischiumfrakturen gefunden werden, wobei lediglich in acht Fällen die Ischiumfrakturen als ursächliche Verletzung oder deren

Mitbeteiligung neben anderen Frakturen festgestellt werden konnten. In den anderen Fällen war die entstandene Arthropathia deformans eindeutig auf Azetabulum- oder Iliumfrakturen zurückzuführen. Die Arthrosefrequenz nach Ischiumfrakturen, bezogen auf 106 Patienten, wurde demnach mit

7,5 % (achtmal) festgehalten, wobei zweimal geringgradige und sechsmal mittelgradige arthrotische Veränderungen vorlagen.

Isolierte Ischiumfrakturen, Absprengungen des Tuber ischiadicum und multiple Beckenbodenfrakturen führten nur selten zu Einengungen der Beckenhöhle, da die Fragmente oder der gesamte Beckenboden häufig nach ventral verlagert waren, was durch den auftretenden Muskelzug begünstigt wurde. Posttraumatische Beckeneinengungen durch nach medial dislozierte Ischiumfragmente oder durch in die Beckenhöhle kollabierte Beckenhälften konnten bei 21 (19,8 %) der 106 Patienten diagnostiziert werden. Ursächlich lagen zumeist ipsilaterale Kombinationsfrakturen von Darmbein, Sitzbein und Schambein sowie gleichzeitige Luxationen im Iliosakralgelenk zu Grunde. Die Einengungen waren fünfmal von geringgradigem, 11-mal von mittelgradigem und fünfmal von hochgradigem Ausmaß. Zum Zeitpunkt der Spätkontrolle konnte die Einengung noch bei fünf (4,7 %) Katzen festgestellt werden, wobei diese jeweils zweimal gering- und mittelgradig und einmal hochgradig ausgeprägt war. Die Ursache für die hochgradige Beckeneinengung einer Katze konnte in einer stark dislozierten Beckenhälfte gefunden werden, die aufgrund einer nicht operativ fixierten hochgradigen Luxation im Iliosakralgelenk und einer nicht konsolidierten Ischiumfraktur nach medial in die Beckenhöhle kollabiert war. Trotz dieses auffälligen radiologischen Befundes zeigte die betreffende Katze keine klinischen Einschränkungen in Form von Kotabsatzbeschwerden, Lahmheit oder Muskelatrophie.

Eine vorübergehende Neurapraxie des N. ischiadicus konnte lediglich bei einer Katze mit einer kranialen stark dislozierten Fraktur des Ramus acetabularis des Sitzbeins in Verbindung gebracht werden.

3.1.5. Pubisfraktur

Von den 136 Katzen mit 189 Pubisfrakturen wiesen 53 (39 %) Katzen eine Beteiligung der Schambeinsegmente beider Beckenhälften auf. Alle Pubisfrakturen wurden konservativ therapiert, wobei in den meisten Fällen eine gute anatomische Reposition der Fragmente des Beckenbodens durch die operative Fixation anderer Beckenfrakturen erfolgte.

Eine Heilung mit vollständiger Konsolidierung der Frakturen konnte bei 158 (83,6 %) Schambeinbrüchen festgestellt werden; zur Bildung einer Pseudarthrose hingegen kam es bei 31 (16,4 %) Pubisfrakturen. Die 181 Frakturen des Corpus ossis pubis zeigten in 28 Fällen (15,5 %) und die acht Frakturen der Rami ossis pubis in drei Fällen (37,5 %) zum Zeitpunkt der Spätkontrolle keine Konsolidierungstendenz. Von den 19 betroffenen Katzen mit 31 Pseudarthrosen zeigte keine Katze eine dadurch hervorgerufene Schmerzhaftigkeit, Muskelatrophie oder Lahmheit in der klinischen Untersuchung. Obwohl die Frakturfragmente oftmals hochgradig disloziert waren, führten Pubisfrakturen bei keiner Katze zu einer direkten Einengung der Beckenhöhle oder einer Schädigung in der Nähe verlaufender Nerven. Sie trugen jedoch insbesondere bei multiplen Beckenbodenbrüchen mit Kontinuitätsunterbrechung der beiden Beckenhälften dazu bei, dass größere Ilium- und Ischiumfragmente oder ganze Beckenhälften in die Beckenhöhle hinein kollabierten.

3.1.6. Symphysiolyse

Die insgesamt 25 vollständigen Zusammenhangstrennungen der Beckensymphyse wurden allesamt konservativ therapiert. Eine Konsolidierung mit knöcherner Ankylosierung der Symphyse erfolgte in 18 (72 %) Fällen. Bei einer Katze konnte eine Ankylosierung der Symphyse festgestellt werden, ohne dass eine vorherige Verletzung der Faserknorpelfuge vorgelegen hatte. Bei sieben Katzen waren die Beckenhälften im Symphysenbereich auch noch zum Zeitpunkt der Spätkontrolle disloziert und nicht konsolidiert, womit sich eine Pseudarthrosefrequenz von 28 % ergab. Symphysiolyse, häufig einhergehend mit gleichzeitig vorliegenden Luxationen im Iliosakralgelenk, führten bei 11 Katzen (44 %) zu einer posttraumatischen Einengung der Beckenhöhle, die dreimal von geringgradigem, siebenmal von mittelgradigem und einmal von hochgradigem Ausmaß war.

Als die Katzen zur Langzeitkontrolle vorgestellt wurden, wiesen noch vier (16 %) Tiere eine Beckeneinengung auf. Dabei handelte es sich dreimal um gegeneinander verschobene Beckenhälften, die zu zwei geringgradigen und einer mittelgradigen Einengung führten. In einem Fall bestand eine hochgradige Beckeneinengung, verursacht durch Ilium- und beidseitige Ischiumfrakturen, die in einer nach medial dislozierten Stellung konsolidiert waren, in Kombination mit einer nicht konsolidierten Symphysiolyse. Diese Katze wies auf der Seite der konsolidierten Iliumfraktur eine geringgradige Koxarthrose mit Schmerzhaftigkeit und Muskelatrophie auf, zeigte jedoch keine Lahmheit und keine Kotabsatzprobleme. Keine der anderen Katzen litt unter klinischen Problemen, die auf einer Beckeneinengung und Pseudarthrose nach Symphysiolyse basierten.

3.1.7. Sakrumfraktur

Begleitende Frakturen des Kreuzbeins konnten insgesamt bei 27 Katzen gefunden werden, von denen zwei Tiere (7,4 %) eine beidseitige Verletzung erlitten hatten. Von den 29 diagnostizierten Sakrumfrakturen wurden 12 (41,4 %) operativ und 17 (58,6 %) konservativ therapiert. Bei der chirurgischen Versorgung wurden die Sakrumfrakturen in neun Fällen durch die Fixation des ipsilateralen luxierten Iliosakralgelenks mit einer Zugschraube gleichzeitig mitreponiert und fixiert. Eine Längsfraktur des Os sacrum wurde eigens durch eine lange 2.7-mm-Zugschraube durch ein intaktes Iliosakralgelenk stabilisiert. In zwei weiteren Fällen lagen ipsilaterale Ilium- und Sakrumfrakturen sowie Luxationen im Iliosakralgelenk vor. Diese wurden einmal gemeinsam mit einer 6-Loch-2.0-mm-T-Platte unter Fixation des Iliosakralgelenks und der Sakrumfraktur durch die dritte Plattenschraube versorgt. Diese besagte dritte Schraube musste jedoch nach einer Lockerung und Auswanderung bereits nach sechs Wochen wieder entfernt werden. Ein anderes Mal wurden die ipsilateralen Frakturen mit einer 7-Loch-2.0-mm-DCP-Platte versorgt, bei der die zweite und dritte Plattenschraube von kranial in das Iliosakralgelenk gesetzt wurden. Abgesehen von der einen erwähnten Schraubenlockerung konnten keine weiteren Funktionsverluste von Implantaten festgestellt werden.

Mit Ausnahme einer Fraktur konsolidierten alle Kreuzbeinbrüche vollständig. Die besagte einzige (3,4 %) Pseudarthrose entstand durch hochgradige Dislokation einer abgesprengten Ala ossis sacri, kombiniert mit einer hochgradigen ipsilateralen Luxation im Iliosakralgelenk, die beide konservativ versorgt wurden und zu einer hochgradigen Beckeneinengung führten. Eine vollständige Ankylosierung des ipsilateralen Iliosakralgelenks wurde in 21 Fällen (72,4 %) zum Zeitpunkt der Langzeitkontrolle festgestellt. Eine komplette Verwachsung mit dem angrenzenden siebten Lendenwirbel entstand nach der Konsolidierung zweier Sakrumfrakturen (6,9 %). Eine Ausheilung unter vermehrter Bildung von Kallusgewebe konnte dreimal (10,3 %) beobachtet werden. Bei der radiologischen Spätkontrolle fielen bei sechs Katzen (22,2 %) arthrotische Zubildungen an den Iliosakralgelenken der betreffenden Seite auf, die dreimal geringgradig und dreimal mittelgradig ausgeprägt waren. Spondylopathien zwischen dem Os sacrum und dem siebten Lendenwirbel traten ebenfalls bei sechs Katzen (22,2 %) auf. Der Druck auf die Iliosakralgelenke und das Kreuzbein war acht Katzen (29,6 %) bei der klinischen Spätkontrolle unangenehm bis schmerzhaft, wobei die meisten gleichzeitig arthrotische Zubildungen aufwiesen. Eine Muskelatrophie des ipsilateralen Oberschenkels wurde bei vier Tieren (14,8 %) gemessen. Die Lahmheitsfrequenz

nach Sakrumfrakturen konnte zum Zeitpunkt der Spätkontrolle mit 7,4 % (zwei Tiere) festgehalten werden. Es handelte sich dabei ausschließlich um neurologisch bedingte Lahmheiten, die zweimal mittelgradig ausgeprägt waren. Posttraumatische neurologische Defizite wurden bei sieben (25,9 %) der 27 Katzen mit Sakrumfrakturen kurz nach der Einlieferung in die Klinik festgestellt. In drei Fällen handelte es sich dabei um vorübergehende Ausfälle im Sinne einer Neurapraxie, die vollständig regenerierten. Drei Tiere hatten eine Axonotmesis mit bis zum Zeitpunkt der Spätkontrolle anhaltenden oder wiederkehrenden Symptomen. Eine dieser Katzen zeigte eine mittelgradige neurologische Lahmheit mit Einknicken in der Hinterhand und Sensibilitätsstörungen sowie Kot- und Urinabsatzbeschwerden nach konsolidierter Längsfraktur des Os sacrum. Eine andere Katze wies die bereits beschriebene nicht verheilte Absprengfraktur und eine weiterhin dislozierte Luxation des Iliosakralgelenks einhergehend mit Beckeneinengung, Schmerzhaftigkeit, Muskelatrophie und mittelgradiger Lahmheit auf. Die dritte Axonotmesis äußerte sich durch rezidivierende Kotabsatzbeschwerden im Sinne einer Koprostase nach einer Querfraktur des Kreuzbeins. Ebenfalls eine Querfraktur verursachte anhaltende neurologische Schäden in Form einer Neurotmesis, nachdem sie in ventral abgekippter Stellung konsolidiert war. Die betroffene Katze litt neben einem fehlenden Tonus des Schwanzes auch unter massiven Kot- und Harnabsatzbeschwerden, wobei regelmäßig Koprostasespülungen in Narkose durchgeführt werden mussten. Die Palpation des Kreuzbeins hingegen war dieser Katze nicht schmerzhaft und sie zeigte auch keine Ausfallserscheinungen der Gliedmaßenerven.

3. 2. Klinische und röntgenologische Gesamtergebnisse

3. 2. 1. Arthrose

Arthrotische Veränderungen der Hüft- und Iliosakralgelenke, die sich als Folge zu Grunde liegender Beckenfrakturen bildeten, konnten bei 59 der 184 Katzen gefunden werden. Die insgesamt festgestellte Arthrosefrequenz betrug damit 32,1 %. Die Arthrosen waren bei 24 Tieren (13 %) geringgradig, bei 22 (12 %) mittelgradig und bei 13 (7,1 %) hochgradig ausgeprägt (Abb. 9).

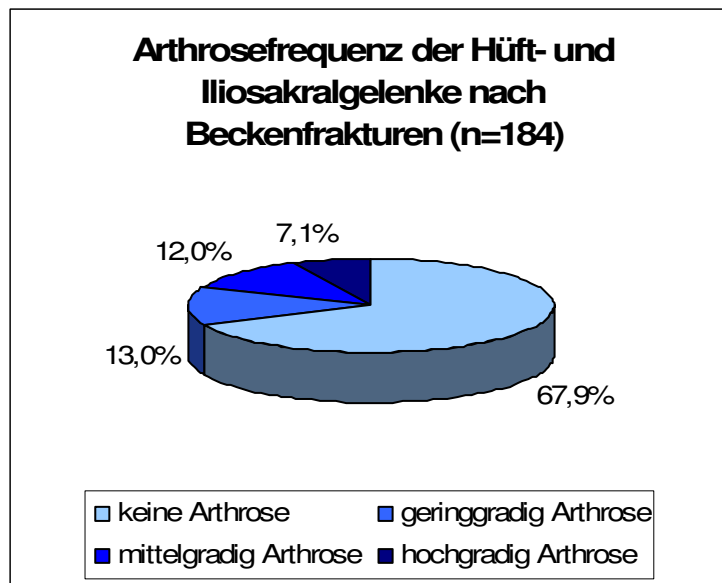


Abb. 9: Arthrosehäufigkeit der Hüft- und Iliosakralgelenke nach Beckenfrakturen bei 184 Katzen

Eine Arthropathia deformans anderer Gelenke, die entweder durch andere Traumata oder durch Begleitverletzungen hervorgerufen wurde, konnte bei 19 Katzen (10,3 %) diagnostiziert werden. Dieser Gruppe wurden sechs Koxarthrosen nach Femurluxationen ohne ipsilaterale Beckenfraktur, vier Arthrosen im Tarsus, acht Gonarthrosen und eine Koxarthrose nach Fehlkonsolidierung einer Femurfraktur zugeschrieben.

3.2.2. Lahmheit

Zum Zeitpunkt der Spätkontrolle zeigten 21 (11,4 %) der 184 Katzen eine Lahmheit. In vier Fällen (2,2 %) war diese undeutlich geringgradig und in sechs Fällen (3,3 %) deutlich geringgradig ausgeprägt. Eine Lahmheit mittleren Grades wurde bei 10 Tieren (5,4 %) diagnostiziert. Eine einzelne Katze (0,5 %) zeigte eine hochgradige Lahmheit (Abb. 10). Eine vollständig fehlende Belastung im Sinne einer höchstgradigen Lahmheit wurde nicht vorgefunden. Von den 21 Lahmheiten waren vier auf neurologische und die restlichen 17 auf orthopädische Ursachen zurück zu führen.

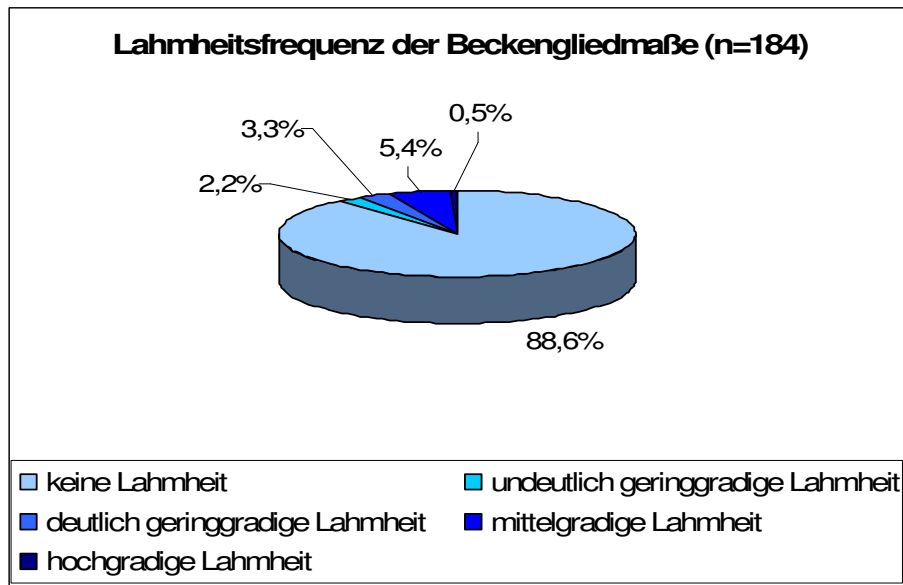


Abb. 10: Lahmheitshäufigkeit nach Beckenfrakturen bei 184 Katzen

In 14 weiteren Fällen (7,6 %) wiesen die Katzen eine Lahmheit auf, die durch andere Ursachen hervorgerufen wurde und nicht im Zusammenhang mit Beckenfrakturen stand. Dabei lagen Verletzungen oder degenerative Veränderungen des Knies (n=6), des Tarsus (n=3), der Vordergliedmaße (n=2), der Hinterpfote (n=1), des Femurs (n=1) und der Hüfte (n=1) zu Grunde.

Bei der Betrachtung der Korrelation zwischen Arthrose und Lahmheit nach Beckenfrakturen konnte festgestellt werden, dass nicht jede Arthrose mit einer Lahmheit in Verbindung stand und umgekehrt. Neben 117 Katzen (63,6 %), die als arthrose- und lahmeisfrei eingestuft wurden, zeigten 46 Katzen (25 %) trotz Arthrose keine Lahmheit. Außerdem gingen acht Katzen (4,3 %) lahm, obwohl sie keine Arthrose hatten und 13 Tiere (7,1 %) wiesen schließlich sowohl eine Arthrose als auch eine Lahmheit auf (Abb. 11).

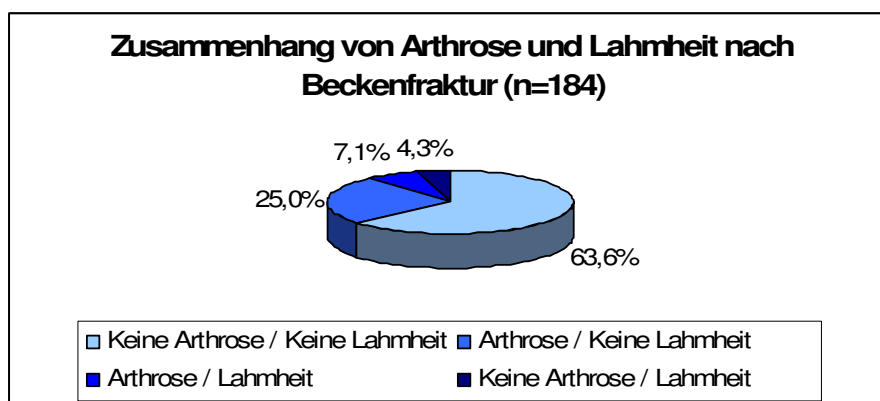


Abb. 11: Zusammenhang von Arthrose und Lahmheit

nach Beckenfrakturen bei 184 Katzen

3.2.3. Schmerzhaftigkeit

Die Manipulation bei der speziellen orthopädischen Untersuchung war bei 95 Tieren (51,6 %) ohne eine Schmerzhaftigkeit durchführbar. Eine schmerzhafte Reaktion durch Abduktion, Rotation und Extension der Hüftgelenke und Palpation der Beckenregion lies sich hingegen bei 89 Patienten (48,4 %) auslösen. Der Grad der Schmerzhaftigkeit konnte 56-mal (62,9 %) als geringgradig, 29-mal (32,6 %) als mittelgradig und viermal (4,5 %) als hochgradig eingestuft werden. Auf den Zusammenhang mit Arthrosen, Muskelatrophien etc. wurde bereits bei den einzelnen Verletzungsformen eingegangen.

3.2.4. Neurologischer Status

Eine durch Beckenfrakturen und angrenzende Begleitverletzungen hervorgerufene Nervenschädigung wurde bei 42 Katzen (22,8 %) diagnostiziert. Eine einzelne isolierte Commotio cerebri ohne Beeinträchtigung des kaudalen Nervensystems wurde hier nicht berücksichtigt. Die Ausfallserscheinungen traten in 38 Fällen unmittelbar nach dem Trauma und in vier Fällen erst nach einer chirurgischen Versorgung der Frakturen auf. In Anbetracht des Heilungsverlaufes konnten von den Schädigungen 35 (83,3 %) als vorübergehende Neurapraxie, sechs (14,3 %) als Axonotmesis und eine (2,4 %) als Neurotmesis eingestuft werden. Demnach wurden bei sieben Katzen noch zum Zeitpunkt der Spätkontrolle neurologische Symptome vorgefunden.

Als auslösende Ursachen wurden 15-mal (35,7 %) Luxationen im Iliosakralgelenk, 13-mal (31 %) Iliumfrakturen, dreimal (7,1 %) Azetabulumfrakturen, siebenmal (16,7 %) Sakrumfrakturen, einmal (2,4 %) Ischiumfrakturen, zweimal Schwanzabrisse (4,8 %) und einmal eine Femurluxation (2,4 %) festgestellt (Tab. 36).

Tab. 36: Nervenschädigungen bezogen auf die Verletzungslokalisation

Nervenschädigungen bezogen auf die Verletzungslokalisation	Neurapraxie	Axonotmesis	Neurotmesis
Iliosakralgelenksluxation			
bereits präop. vorhanden	12	1	0
postop. entstanden	2	0	0
Iliumfraktur			
bereits präop. vorhanden	10	2	0
postop. entstanden	1	0	0
Azetabulumfraktur			
bereits präop. vorhanden	3	0	0

postop. entstanden	0	0	0
Sakrumfraktur			
bereits präop. vorhanden	3	3	1
postop. entstanden	0	0	0
Ischiumfraktur			
bereits präop. vorhanden	1	0	0
postop. entstanden	0	0	0
Schwanzabriss			
bereits präop. vorhanden	2	0	0
postop. entstanden	0	0	0
Femurluxation			
bereits präop. vorhanden	0	0	0
postop. entstanden	1	0	0
Summe an Patienten	35	6	1
Gesamtanzahl betroffener Patienten	42		
Patienten insgesamt mit Beckenfrakturen	184		

Die klinische Symptomatik und Ausprägung der Einzelfälle wurden bereits bei den jeweiligen Kapiteln der Verletzungsformen erläutert.

3.2.5. Bemuskellung

Bei den 184 nachkontrollierten Katzen wurde der Muskelumfang der beiden Oberschenkel in 151 Fällen (82,1 %) mit einem Maßband bestimmt und bei den restlichen 33 (17,9 %) mittels der Röntgenbilder und der Palpationsbefunde abgeschätzt. Der gemessene Muskelumfang des Oberschenkels reichte von minimal 15 cm bis maximal 29 cm und betrug im Durchschnitt 22 cm. Die Werte der festgestellten Muskelatrophien erstreckten sich von 0,5 – 4 cm. Insgesamt wiesen 72 Katzen (39,1 %) zum Zeitpunkt der Spätkontrolle eine geringere Bemuskellung einer Gliedmaße auf, die zu 55,6 % (40-mal) maximal einen Zentimeter Unterschied ausmachte. Die genaue Verteilung der gemessenen Werte ist in der Tabelle 37 ersichtlich.

Tab. 37: Gemessene Muskelatrophiewerte bei 72 Katzen

Muskelatrophie in cm bei der klinischen Nachuntersuchung	Patientenanzahl	Prozentualer Anteil an Patientenanzahl Gesamt
Keine Muskelatrophie / 0 cm	112	60,9 %
0,5 cm	6	3,3 %

1 cm	34	18,5 %
1,5 cm	4	2,2 %
2 cm	18	9,8 %
2,5 cm	0	0,0 %
3 cm	7	3,8 %
4 cm	3	1,6 %
Patientenanzahl Gesamt	184	100,0 %
Patienten mit Muskelatrophie	72	39,1 %

3.2.6. Konsolidierung der Frakturen und Beckeneinengungen

Von den insgesamt 712 Beckenfrakturen waren bei der Spätkontrolle 632 vollständig konsolidiert und 80 hatten eine Pseudarthrose gebildet. Damit konnte eine Pseudarthroserate von 11,2 % festgehalten werden, wobei überwiegend die Segmente des Beckenbodens betroffen waren. Insbesondere multiple Beckenbodenfrakturen mit Zusammenhangstrennung der beiden Beckenhälften konnten zu einer kompletten Ventralverlagerung der Segmente führen, die jedoch nicht mit klinischen Problemen des Patienten verbunden war.

Wie bereits in einem anfänglichen Kapitel erläutert, wiesen 138 der 184 Patienten (75 %) nach dem Trauma und vor der chirurgischen Versorgung eine Beckeneinengung auf. Zum Zeitpunkt der Langzeitkontrolle konnte eine Einengung der Beckenhöhle hingegen nur noch bei 37 Katzen (20,1 %) festgestellt werden. Diese war 21-mal geringgradig, neunmal mittelgradig und siebenmal hochgradig ausgeprägt (Tab. 38). Eine klinische Beeinträchtigung in Form von Kotabsatzbeschwerden und rezidivierender Koprostase erfuhr jedoch nur eine Katze mit einer hochgradigen Beckeneinengung.

Tab. 38: Einengung der Beckenhöhle zum Zeitpunkt der Spätkontrolle

Beckeneinengung zum Zeitpunkt der Spätkontrolle	Anzahl	Prozentualer Anteil
Keine	147	79,9 %
Geringgradig	21	11,4 %
Mittelgradig	9	4,9 %
Hochgradig	7	3,8 %
Patientenanzahl	184	100,0 %

3.2.7. Implantatentfernung

Bei 33 (17,9 %) der 184 chirurgisch versorgten Katzen wurden alle oder einzelne Implantate wieder entfernt, wobei der Eingriff 27-mal innerhalb eines Jahres nach der Frakturversorgung und sechsmal nach mehr als einem Jahr erfolgte. Insgesamt wurden 22 Osteosyntheseplatten entfernt, von denen fünf gelockert waren. Gründe für die Entfernung von 25 Drahtzuggurtungen waren neben zwei Lockerungen vor allem Osteophytenbildung oder Osteolyse des Trochanter major. Der Entfernung von drei einzelnen Schrauben lagen zweimal eine Lockerung und einmal ein Bruch des Schraubenkopfes zu Grunde.

3.2.8. Implantatlockerung

Von den 712 diagnostizierten Beckenfrakturen wurden 304 operativ versorgt, wobei es in 44 Fällen zu einer Implantatlockerung kam. Es handelte sich 39-mal um Osteosyntheseplatten, die 33-mal Iliumfrakturen und sechsmal Azetabulumfrakturen fixiert hatten, und fünfmal um Drahtzuggurtungen, die den Trochanter major nach dessen Osteotomie wieder befestigt hatten. Im Hinblick auf die Gesamthäufigkeit von Implantatlockerungen mussten für die Auswertung noch die Fälle mit berücksichtigt werden, die zwar operativ versorgt wurden, bei denen aber kein Implantat verwendet wurde. Dazu zählten 26 Iliosakralgelenke, bei denen nach beidseitiger Luxation nur eine Seite fixiert und die andere lediglich reponiert wurde, sowie eine Azetabulumfraktur, bei der ohne Einsetzen eines Implantates operativ ein Splitter entfernt wurde, und ein Abriss des Tuber ischiadicum, der mit einem PDS-Fadenzügel versorgt wurde. Unter Berücksichtigung dieser Sonderfälle ergab sich für 273 mit Implantaten fixierte Frakturen eine Lockerungshäufigkeit von 16,1 % (44-mal).

3.2.9. Resektionsarthroplastik

Bei acht Katzen (4,3 %) mit höchstgradigen arthrotischen Veränderungen des Femurkopfes wurde eine Resektionsarthroplastik während des Heilungsverlaufes durchgeführt, wobei ursächlich dreimal Azetabulumfrakturen und sechsmal Femurluxationen für die degenerativen Veränderungen verantwortlich waren. Zusätzlich wurde vier Katzenbesitzern zum Zeitpunkt der Spätkontrolle der Rat zur Durchführung dieser Operation gegeben, nachdem in allen vier Fällen konsolidierte Azetabulumfrakturen zur Arthrosebildung und Deformation geführt hatten.

D. Diskussion

Die Häufigkeit des Auftretens von Beckenfrakturen bei der Katze und die Verbesserung der Osteosynthesetechniken haben die Indikationen zur chirurgischen Versorgung erweitert und die Anwendungshäufigkeit erhöht. Daher ist es von besonderem Interesse, Langzeitkontrollen an einer größeren Population chirurgisch versorgter Katzen durchzuführen und die Ergebnisse mit den Daten anderer Autoren (Strodl, 2000; Burger et al., 2005) zu vergleichen.

Zur aussagekräftigen Bewertung der angewandten Osteosyntheseverfahren sind auch die bislang gewonnenen Daten sowohl konservativ therapierter Katzen (Böhmer, 1985) als auch Langzeitergebnisse von Beckenfrakturen des Hundes (Denny, 1978; Nakasala-Situma, 1979; De Camp und Braden, 1985 a); Vogel, 1986) zu berücksichtigen.

Für diese Arbeit wurden ausschließlich Tiere ausgewählt, deren operative Versorgung mindestens acht Monate zurücklag, um dem Charakter einer Langzeitkontrolle gerecht zu werden. Im Durchschnitt wurden die Tiere nach 4,6 Jahren klinisch kontrolliert, wobei der maximale Kontrollzeitpunkt 14,6 Jahre betrug. Daten, die lediglich durch eine telefonische Befragung ohne klinische Wiedervorstellung des Patienten erhoben werden konnten, fanden keinen Eingang in die endgültige Bewertung.

In die Auswertung wurden neben Azetabulum-, Ilium-, Ischium- und Pubisfrakturen auch Luxationen im Iliosakralgelenk aufgenommen. Sakrumfrakturen wurden ebenfalls berücksichtigt insofern sie nicht singulär sondern in Zusammenhang mit einer Beckenfraktur auftraten.

Die chirurgische Versorgung erfolgte in Abhängigkeit des klinischen Zustandes des Patienten im Durchschnitt nach 3,4 Tagen. Dies bestätigt die Erfahrung, dass viele der eingelieferten und oft polytraumatisierten Katzen zunächst ausreichend stabilisiert werden müssen, bevor eine Operation mit möglichst geringem Narkoserisiko durchgeführt werden kann.

Über die Hälfte der Tiere waren zum Verletzungszeitpunkt jünger als zwei Jahre, was sich mit den bislang vorliegenden Daten von Katzen deckt (Hill, 1977; Philipps, 1979; Böhmer, 1985; Messmer, 1995). Damit kann die Erfahrung bestätigt werden, dass insbesondere junge unerfahrene Katzen einem höheren Verletzungsrisiko ausgesetzt sind (Zedler, 1961;

Bookbinder und Flanders, 1992; Fossum, 2002). In durchgeführten Studien über verunfallte Hunde wird eine ähnliche Verteilung festgestellt (Denny, 1978; Vogel, 1986).

Was die Geschlechtsverteilung anbetrifft, waren mehr weibliche (57,6 %) als männliche (42,4 %) Tiere betroffen. Diese Angaben werden durch die Untersuchung von Böhmer (1985) bekräftigt, wogegen in Studien an gemischten Populationen von Hunden und Katzen die männlichen Tiere häufiger involviert sind (Kolata und Johnston, 1975; Nakasala-Situma, 1979; Messmer, 1995; Strodl, 2000; Burger et al., 2005). Die Tatsache, dass mehr kastrierte als nicht kastrierte Tiere verletzt wurden, steht im Gegensatz zu den Ergebnissen von Messmer (1995), die eine umgekehrte Verteilung bei Katzen und Hunden feststellt. Das mag damit in Zusammenhang stehen, dass die Tiere in den letzten Jahren immer häufiger sehr früh kastriert werden.

Die Mehrzahl der verunfallten Katzen (91,8 %) gehörte der Rasse Europäisch Kurzhaar an, während reinrassige Zuchtkatzen, die häufig als reine Wohnungskatzen gehalten werden, erwartungsgemäß nur selten betroffen waren.

Die zu Grunde liegende Verletzungsursache konnte häufig nicht ermittelt werden, da viele Tiere traumatisiert gefunden wurden, ohne dass der Finder den Unfall zuvor beobachtet hatte. Am häufigsten zogen sich die Katzen die Beckenfrakturen durch Autounfälle (34,2 %) zu. An zweiter Stelle standen Fensterstürze mit einer Häufigkeit von 21,2 %. Die Häufigkeitsverteilung kann im Wesentlichen durch die bislang vorliegenden Studien (Zedler, 1961; Kolata et al., 1974; Müller, 1975; Philipps, 1979; Hulse et al., 1985; Bookbinder und Flanders, 1992; Payne, 1993) bestätigt werden, wobei in Abhängigkeit des Siedlungsgebietes Fensterstürze bei Katzen noch vor Autounfällen rangieren können (Böhmer, 1985; Burger et al., 2005). Bei den Untersuchungen verunfallter Hunde werden fast ausschließlich Autounfälle als Traumaursache gesehen (Kolata und Johnston, 1975; Denny, 1978; Nakasala-Situma, 1979; Vogel, 1986).

Rund ein Drittel der Tiere befand sich nach dem Trauma und zum Zeitpunkt der Einlieferung in die Klinik im Schock. Des Weiteren zeigten sie ein kreislauf- und verletzungsbedingtes Fehlen des Geh- und Stehvermögens in 26,6 % der Fälle. In Abhängigkeit von Lokalisation und Stärke der Verletzungen prägten Lahmheiten und Schmerzhaftigkeit das typische klinische Erscheinungsbild wie es übereinstimmend von mehreren Autoren ebenfalls

beschrieben wird (Zedler, 1961; Bennett, 1975; Böhmer, 1985; Betts, 1993; Olmstead, 1998 a)).

Zusätzliche Begleitverletzungen konnten bei 75,5 % der Katzen diagnostiziert werden. Damit lag die Häufigkeit von Polytraumata in dieser Untersuchung wesentlich höher als sie bisher mit 37 – 59 % bei verschiedenen Autoren (Nakasala-Situma, 1979; Böhmer, 1985; Vogel, 1986; Messmer, 1995) angegeben wird. Diese Abweichung mag damit in Zusammenhang stehen, dass in dieser Arbeit jegliche Formen von Begleitverletzungen wie z. B. Abschleißverletzungen mit registriert wurden.

Bei über der Hälfte der Patienten wurden Thoraxtraumata diagnostiziert, die in anderen Studien einen Anteil von nur knapp einem Drittel ausmachen (Nakasala-Situma, 1979; Böhmer, 1985; Vogel, 1986; Messmer, 1995; Burger et al., 2005). Dass davon der Pneumothorax und die Lungenkontusion zu den häufigsten Befunden zählen, findet auch in den genannten Untersuchungen seine Bestätigung. Insgesamt konnten Traumata des Weichteilgewebes, die sowohl stumpfe Verletzungen von Thorax und Abdomen, als auch Hautwunden etc. beinhalteten, bei gut der Hälfte der Verletzungen registriert werden. Der Anteil von Verletzungen des Nervensystems betrug 23,1 % und lag damit knapp über den bislang angegebenen Häufigkeiten von 15 – 20 % einiger Autoren (Nakasala-Situma, 1979; Böhmer, 1985; Sharp, 1995; Burger et al., 2005). Die Tatsache, dass es sich dabei zu 70,1 % um Schädigungen der Gliedmaßenerven im Bereich des Plexus lumbosacralis handelte, steht mit bislang vorliegenden Daten von Studien in Einklang (Böhmer, 1985; Sharp, 1995). Mit einem Patientenanteil von 32,6 % war das Skelettsystem in dieser Studie nahezu gleich oft betroffen wie in den Untersuchungen anderer Autoren zuvor, die von einer Beteiligung zwischen 33 – 58 % berichten (Nakasala-Situma, 1979; Böhmer, 1985; Vogel, 1986; Messmer, 1995). An den diagnostizierten knöchernen Begleitverletzungen hatten Femurluxationen mit 28,6 % den größten Anteil, gefolgt von Schwanzabrissen (15,6 %) und Femurfrakturen (10,4 %). In anderen Studien an Katzen hingegen liegen Femurfrakturen mit 15 – 22 % (Böhmer, 1985; Messmer, 1995) deutlich an erster Stelle vor Femurluxationen mit 11 – 14 % (Messmer, 1995). In Untersuchungen an betroffenen Hunden wird von einer ähnlichen Verteilung berichtet (Zedler, 1961; Denny, 1978; Bookbinder und Flanders, 1992). Tibiafrakturen wurden fast doppelt so häufig als Begleitverletzung vorgefunden als bei Zedler (1961) und Messmer (1995). Insbesondere die Tatsache, dass fast ein Drittel der Katzen eine Luxation des Femurkopfes aufwies, war für die radiologische Beurteilung der betroffenen

Hüftgelenke während des Heilungsverlaufes und zum Zeitpunkt der Spätkontrolle von Interesse und wurde bei der Beurteilung der Häufigkeit degenerativer Gelenksveränderungen mitberücksichtigt.

Eine durch die Fragmentdislokation bedingte Einengung der Beckenhöhle wiesen 75 % der Patienten nach dem Trauma auf. In der Untersuchung von Böhmer (1985) wird eine etwas niedrigere Häufigkeit von 54,3 % angegeben. Zum Zeitpunkt der Spätkontrolle konnten noch bei 20,1 % der Katzen Beckeneinengungen festgestellt werden. Nach einer konservativen Therapie werden bei 27,3 % der Patienten Beckeneinengungen diagnostiziert (Böhmer, 1985). Beckeneinengungen sind übereinstimmend mit Böhmer (1985) bei der Katze nur selten mit klinischen Problemen assoziiert. Dennoch wird aus den Ergebnissen einer der Vorteile einer chirurgischen Versorgung von Beckenfrakturen ersichtlich. Durch die stabile Fixierung der Frakturfragmente wird das Risiko überschießender Kallusbildungen, Fragmentdislokationen und damit verbundenen Komplikationen verringert.

Aufgrund der speziellen Beckenringstruktur traten bei 92,9 % der Patienten multiple Frakturen der Beckenknochen auf. Diese Häufigkeit deckt sich mit den Erfahrungen anderer Autoren, die von einem Auftreten kombinierter Beckenfrakturen bei 84 – 98 % der Tiere berichten (Nakasala-Situma, 1979; Böhmer, 1985; Vogel, 1986; Messmer, 1995). Eine singuläre Fraktur eines einzelnen Beckenknochens wurde bei 7,1 % der Katzen diagnostiziert. Außerdem konnte festgehalten werden, dass 78,3 % der Tiere zwischen zwei und fünf Beckenfrakturen erlitten hatten. Diese Werte stehen ebenfalls im Einklang mit den vorhandenen Daten einiger Studien sowohl an Katzen als auch an Hunden (Vogel, 1986; Bookbinder und Flanders, 1992; Messmer, 1995).

Gemessen an der Gesamtanzahl von 712 Beckenfrakturen hatten in dieser Untersuchung Pubisfrakturen mit 26,5 % den größten Anteil, wobei über zwei Drittel der Katzen betroffen waren. Am zweithäufigsten waren mit 24,7 % und einer Patientenbeteiligung von 69,6 % die Iliosakralgelenke betroffen. In der Untersuchung von Bookbinder und Flanders (1992) liegen mit knapp 60 % betroffenen Katzen nahezu gleich häufig Luxationen im Iliosakralgelenk vor. Es folgten Ischiumfrakturen mit einem Anteil an den Verletzungen von 20,4 %, Iliumfrakturen mit 14,2 %, Azetabulumfrakturen mit 6,6 %, Sakrumfrakturen mit 4,1 % und Symphysiolysen mit 3,5 %. Der Anteil betroffener Katzen lag bei Frakturen des Sitzbeins bei 57,6 %, des Darmbeins bei 53,8 %, des Azetabulums bei 23,9 %, des Kreuzbeins bei 14,7 %

und der Beckensymphyse bei 13,6 %. Die ermittelten Werte bestätigen im Wesentlichen die bislang gewonnenen Erkenntnisse über die bevorzugt betroffenen Beckensegmente bei der Katze. Insbesondere beim Auftreffen seitlicher Kräfte auf das Becken, geben die Schambeine aufgrund ihrer spongiösen Struktur als mechanisch schwächste Stelle zuerst nach, was den hohen Anteil dieser Frakturlokalisation erklärt. Das Schambein weist mit 26 – 29 % bei Katzen (Böhmer, 1985; Messmer, 1995) und 31 – 35 % bei Hunden (Nakasala-Situma, 1979; Vogel, 1986) übereinstimmend den höchsten Verletzungsanteil auf, gefolgt vom Sitzbein mit 21 – 29 % bei Katzen und Hunden (Nakasala-Situma, 1979; Böhmer, 1985; Vogel, 1986; Bookbinder und Flanders, 1992; Messmer, 1995). Abweichend davon liegt der Anteil beteiligter Iliosakralgelenke mit 16 – 21 % bei Bennett (1975), Böhmer (1985) und Messmer (1995) etwas niedriger. Mit einem Anteil an den diagnostizierten Beckenfrakturen von nur 8,3 % treten Luxationen der Iliosakralgelenke beim Hund deutlich seltener auf (Nakasala-Situma, 1979; Vogel, 1986). Katzen weisen ein steiler gestelltes Becken als Hunde auf, wodurch die Iliosakralgelenke anfälliger für Traumata werden, während bei Hunden die auftreffende Kraft vorwiegend an Darmbein und Azetabulum abgegeben wird.

Der Anteil an Iliumfrakturen deckt sich mit den bisherigen Studien, in denen eine Beteiligung von 11 – 15 % der Frakturen vorliegt (Nakasala-Situma, 1979; Böhmer, 1985; Vogel, 1986; Messmer, 1995). Trotz des anscheinend kleinen Anteils wiesen gut die Hälfte der Katzen Darmbeinfrakturen auf, was durch die Ergebnisse der Studie von Bookbinder und Flanders (1992) bekräftigt wird.

Deutliche Unterschiede in der Frakturlokalisation zwischen Hund und Katze bestehen zudem in der Beteiligung des Azetabulums. Bei Katzen wird der Anteil der Azetabulumfrakturen von rund 6 % mit umgerechnet 25 % betroffenen Tieren durch Zedler (1961), Böhmer (1985), Messmer (1995), und Matis et al. (2005) bestätigt. Hunde weisen hingegen mit einer Patientenbeteiligung von 42 % (Zedler, 1961) und einem Anteil an den Beckenfrakturen von 10 – 12 % (Nakasala-Situma, 1979; Vogel, 1986; Matis, 2003; Matis et al., 2005 b)) wesentlich häufiger Verletzungen der Hüftgelenkspfanne auf. Umgekehrt verhält es sich mit Sakrumfrakturen, die mit 8 – 19 % betroffenen Katzen (Böhmer, 1985; Bookbinder und Flanders, 1992) deutlich häufiger gesehen werden als bei 1 – 5 % betroffenen Hunden (Zedler, 1961; Nakasala-Situma, 1979). Zusammen mit den aufgeführten Studienergebnissen anderer Autoren bestätigen die gewonnenen Daten aus der Untersuchung die Beobachtung, dass bei Katzen häufiger als bei Hunden Verletzungen der Iliosakralgelenke und Sakrumfrakturen vorliegen, während bei Hunden nahezu doppelt so oft Azetabulumfrakturen und etwas häufiger Iliumfrakturen auftreten.

Nach der Untersuchung von 184 Katzen mit 712 Beckenfrakturen sind hinsichtlich Komplexizität, Lokalisation und Dislokation der frakturierten Beckensegmente folgende Daten hervorzuheben.

Luxationen im Iliosakralgelenk traten bei zwei Drittel der betroffenen Patienten einseitig auf. Daraus ergab sich eine beidseitige Beteiligung der Kreuzbein-Darmbein-Gelenke bei 37,5 % der Tiere, womit deutlich mehr Patienten betroffen waren als in anderen Studien (Böhmer, 1985; De Camp und Braden, 1985 a); Vogel, 1986; Messmer, 1995), die von 4 – 23 % berichten; lediglich Burger (2005) findet in seiner Untersuchung ebenfalls eine Inzidenz beidseitiger Luxationen von 37 %. Zu 74,2 % waren die Luxationen mittel- bis hochgradig disloziert, wobei die Verschiebung der Gelenkflächen zu 94,9 % nach kranial erfolgte. Diese Beobachtungen werden durch die Ergebnisse von Böhmer (1985), Burger (2005) und Zahn et al. (2005) bestätigt. Ursächlich führen vor allem von kaudal auf das Becken auftreffende Kräfte zu dieser Verletzungsform. Verlagerungen nach kaudal fanden sich übereinstimmend mit Böhmer (1985) und Zahn et al. (2005) in 2,2 – 2,8 % der Fälle nur selten.

Frakturen des Darmbeins waren zu 96 % im Bereich des Corpus ossis ilii lokalisiert, wobei die rechte Seite des Darmbeinkörpers fast doppelt so oft betroffen war als die linke Seite. Was im Gegensatz dazu die Frakturlokalisation bei Iliumfrakturen des Hundes anbelangt, können hier mit einer Häufigkeit von 11 % deutlich öfter Frakturen im Bereich der Darmbeinflügel gefunden werden (Vogel, 1986). Nur eine einzige Katze wies eine beidseitige Beteiligung des Darmbeins auf. Davon abweichend haben bei Messmer (1995) 11,7 % der Katzen beidseitige Iliumfrakturen. In Hinblick auf die Komplexizität überwogen einfache Schrägfrakturen, wobei zu 74,7 % die Frakturen im mittleren Bereich des Corpus ossis ilii lokalisierbar waren. Insbesondere der Bereich zwischen den Muskelansätzen der Mm. glutei medius et profundus im Bereich der Linea glutea cranialis gilt als Prädispositionsstelle für Frakturen des Os ilium der Katze (Böhmer, 1985), was durch die ermittelten Daten bestätigt werden kann. Da 85,3 % der Frakturen durch den Zug der genannten Muskeln mittel- bis hochgradig disloziert waren und eine Verschiebung der Fragmente überwiegend nach kranio-medial und medial stattgefunden hatte, bestand in fast allen Fällen eine Osteosyntheseindikation.

Azetabulumfrakturen waren zu 46,8 % im mittleren Drittel lokalisiert, wobei mehrheitlich einfache Frakturen vorlagen. Im Gegensatz zu den Ergebnissen von Böhmer (1995), wo

Azetabulumfrakturen mit 56,4 % am häufigsten im kranialen Drittel lokalisiert sind, verliefen in dieser Untersuchung nur 12,8 % der Frakturen durch den kranialen Bereich der Hüftgelenkspfanne. Vogel (1986) stellt beim Hund eine Häufigkeit kranialer Azetabulumfrakturen von 11 % fest. Kaudale Azetabulumfrakturen treten sowohl beim Hund als auch bei der Katze übereinstimmend mit einer Häufigkeit von 16 – 24 % auf (Böhmer, 1985; Vogel, 1986). Seitlich auf den Trochanter major auftreffende Kräfte führen durch das Einpressen des Femurkopfes zu Impressionsfrakturen. Diese Verletzungsform wurde in der Untersuchung gesondert erfasst und konnte mit einer Häufigkeit von 21,3 % diagnostiziert werden. Damit wurde sie deutlich seltener beobachtet als in der Studie von Böhmer (1985), die Impressionsfrakturen bei über der Hälfte der betroffenen Katzen vorfindet. Eine beidseitige Beteiligung der Hüftgelenkspfanne konnte übereinstimmend mit Böhmer (1985) bei 6 % der Katzen diagnostiziert werden.

Sitzbeinfrakturen waren fast ausschließlich von einem einfachen Frakturlinienverlauf geprägt und konnten in der Hälfte der Fälle im Bereich des Sitzbeinkörpers und der Sitzbeintafel lokalisiert werden. Außerdem wiesen knapp ein Drittel der Patienten beidseitige Ischiumfrakturen auf. Sitzbeinfragmente, insbesondere abgerissene Anteile des Sitzbeinhöckers, dislozierten durch den starken Zug lokal entspringender Muskeln bevorzugt nach kaudoventral, was auch die Untersuchungsergebnisse von Böhmer (1985) belegen. Übereinstimmend mit der Studie von Böhmer (1985) liegt die Häufigkeit von Abrissen und Apophysiolysen des Tuber ischiadicum bei Katzen bei 22 %, während sie bei Hunden nur 5 % beträgt (Vogel, 1986).

Nahezu alle Frakturen des Os pubis waren auf den Schambeinkörper lokalisiert und zeigten einen einfachen Frakturenlinienverlauf im Sinne einer Querfraktur. Im Vergleich mit anderen frakturierten Beckensegmenten waren bei Pubisfrakturen mit 39 % am häufigsten beide Beckenhälften betroffen. In den Studien von Böhmer (1985) und Messmer (1995) liegt eine beidseitige Beteiligung mit 24 – 32 % etwas seltener vor.

Nur vollständige Zusammenhangstrennungen der Beckensymphyse wurden in einer eigenen Gruppe zusammengefasst; die partiellen Frakturen hingegen wurden den angrenzenden Beckensegmenten zugerechnet. Unter diesem Aspekt lagen mit einem Patientenanteil von 13,6 % etwas häufiger komplette Symphysiolysen vor als im Vergleich mit anderen Studien (Böhmer,

1985), die von maximal 12 % berichten. Insbesondere junge Tiere mit einem noch sehr flexiblen Beckenring sind für diese Verletzungsform anfällig.

Gleichzeitig mit Beckenfrakturen aufgetretene Sakrumfrakturen bezogen fast ausschließlich nur eine Hälfte des Kreuzbeins mit ein. Mit einer Häufigkeit von 79,3 % lagen dabei sehr oft kombinierte ipsilaterale Luxationen im Iliosakralgelenk vor. Nach der Einteilung in das Klassifikationsschema von Anderson und Coughlin (1997) konnten knapp die Hälfte der Frakturen dem Typ I zugeordnet werden, der die Abrisse der Ala ossis sacri beinhaltet. Die Ergebnisse der Studien von Böhmer (1985) und von Anderson und Coughlin (1997) stehen mit den hier erhobenen Daten in Einklang.

Basierend auf dem von Messmer (1995) sowie Messmer und Montavon (2004) entwickelten Klassifikationsschema wurden die diagnostizierten Beckenfrakturen entsprechend zugeordnet, wobei die folgenden Frakturkombinationen am häufigsten beobachtet werden konnten.

In die Gruppe der Beckenfrakturen ohne Beteiligung Gewicht tragender Elemente fiel lediglich eine Sitzbeinfraktur. Das hing im Wesentlichen damit zusammen, dass nur die Daten chirurgisch versorgter Katzen mit Beckenbrüchen berücksichtigt wurden und singuläre isolierte Beckenrand- und -bodenbrüche in nahezu allen Fällen einer erfolgreichen konservativen Therapie unterzogen werden können.

Einseitige Luxationen des Iliosakralgelenks traten bei nur 1,6 % der Katzen ohne begleitende Frakturen auf. In der Studie von Böhmer (1985) liegt die Häufigkeit sogar nur bei 1,1 %. Luxationen im Iliosakralgelenk waren doppelt so oft mit ipsilateralen (9,7 %) als mit kontralateralen (4,8 %) Frakturen des Sitzbeins kombiniert. Die Kombination mit kontralateralen Beckenbodenfrakturen weist in der Untersuchung von Böhmer (1985) mit 19,6 % das größte Vorkommen auf, während bei Messmer (1995) nur ein Anteil von 3,6 % der Katzen beschrieben wird. Zusammenfassend findet Burger (2005) die Kombination von Luxationen im Iliosakralgelenk und Beckenbodenfrakturen bei knapp der Hälfte der Patienten. Diese bei Katzen sehr häufig zu sehende Frakturkombination wird durch Kräfte verursacht, die von dorsal und kaudal auf das Becken treffen und die Transversalachse des Iliosakralgelenks rotieren. Die über die Symphyse miteinander verbundenen Beckenhälften geben nach und es kommt folglich zur Entstehung typischer kombinierter Beckenbodenfrakturen.

Lag eine Zerstörung der Gewicht tragenden Beckenringstruktur an zwei Stellen vor, konnten bei einseitigen Luxationen im Iliosakralgelenk mit 23,9 % betroffenen Katzen wesentlich

häufiger kombinierte kontralaterale Ilium- als Azetabulumfrakturen (2,7 %) festgestellt werden. Burger (2005) beschreibt die Kombination einer Luxation im Iliosakralgelenk und einer kontralateralen Iliumfraktur bei 17,5 % der Katzen. Eine Kombination mit einer ipsilateralen Darmbein- oder Azetabulumfraktur wurde bei keiner Katze gefunden.

Beidseitige Luxationen im Iliosakralgelenk mit intaktem vorderem knöchernem Beckenring waren zu 22,3 % mit Beckenbodenfrakturen assoziiert, die häufig so lokalisiert waren, dass es zu einer Unterbrechung der Verbindung der Beckenhälften kam. Diese Frakturkombination ist bei Bookbinder und Flanders (1992) mit 8,7 % deutlich seltener vertreten.

Im Vergleich zu den verletzten Iliosakralgelenken konnten Azetabulumfrakturen mit 6,5 % und Iliumfrakturen mit 7,6 % häufiger in Form singulärer Frakturen ohne Begleitverletzungen am Becken diagnostiziert werden. Einseitige Ilium- und Azetabulumfrakturen ohne eine weitere Durchtrennung des knöchernen Beckenringes waren häufiger mit ipsi- als mit kontralateralen Beckenbodenfrakturen kombiniert. Dies wird auch durch die Studien von Messmer (1995) und Vogel (1986) an Katzen und Hunden bestätigt, bei denen Iliumfrakturen zu 3,6 % und 11,7 % mit ipsilateralen Beckenbodenfrakturen kombiniert sind. Insgesamt waren Iliumfrakturen, ohne weitere Unterbrechung des Gewicht tragenden Beckenringes, mit 11,9 % etwas seltener mit Beckenbodenfrakturen assoziiert als es bei Böhmer (1985) mit 13,6 % beschrieben wird. Eine ipsilaterale Kombinationsfraktur von Ilium und Azetabulum konnte bei 3,8 % der Katzen gefunden werden. Für Hunde wird mit 3,1 % ein ähnlich hohes Vorkommen solcher ipsilateraler Serienfrakturen beschrieben (Vogel, 1986).

Aufgrund der komplexen Beckenringstruktur und des Wegs der Kraftübertragung können in fast allen Fällen multiple Frakturen am Becken diagnostiziert werden. In der Häufigkeit der dadurch entstehenden Frakturkombinationen unterscheiden sich Katzen von Hunden vor allem darin, dass bei ihnen häufiger Luxationen der Iliosakralgelenke kombiniert mit Beckenbodenfrakturen (Böhmer, 1985; Messmer, 1995) zu finden sind, während bei Hunden eher Ilium- und Azetabulumfrakturen kombiniert mit Pubisfrakturen (Vogel, 1986) auftreten.

Von den 128 Katzen mit 176 Luxationen im Iliosakralgelenk wurden 80,7 % der Luxationen operativ versorgt, wobei die Osteosynthesefrequenz mit zunehmendem Grad der Luxation anstieg. Als operatives Fixationsverfahren wurde die Arthrodesse mittels einer Zugschraube angewandt, die unter Durchleutungskontrolle mit einer Eindringtiefe von mindestens 60 % der Sakrumbreite eingebracht wurde. Wie bereits Zahn et al. (2005) empfehlen, sollten für die Katze Kortikalisschrauben der Größe 2.0 mm mit einer Länge von 18 – 24 mm verwendet werden. In drei Fällen wurden die luxierten Iliosakralgelenke beider Seiten mit einer einzigen

34 mm langen Zugschraube gefasst. Mit dieser Fixationsmethode erzielte bereits Kaderly (1991) sowohl bei Hunden als auch bei Katzen gute Ergebnisse. Lautersack (2007) ergänzt diese Fixationsmethode durch das zusätzliche Anbringen von Kontermuttern auf das überstehende kontralaterale Schraubengewinde. Wie wichtig eine ausreichende Eindringtiefe der Schraube ist, bestätigen auch De Camp und Braden (1985a)), die eine Lockerungsfrequenz von 48 % feststellen, wenn die Schraube weniger als 60 % der Sakrumbreite fasst. Dem steht in der genannten Untersuchung eine Lockerungsfrequenz von 7 % (De Camp und Braden, 1985 a)) gegenüber, wenn die Schrauben tiefer in das Sakrum reichen.

In dieser Studie wurde bei nur einer einzigen Katze eine geringgradige Schraubenlockerung festgestellt, die zu keinen klinischen Problemen führte.

Der Einfluss des Repositionsgrades und der Schraubenanzahl wird von De Camp und Braden (1985a)) als nicht signifikant angesehen. Im Gegensatz dazu können die Ergebnisse von Radsch et. al (1990) betrachtet werden, die durch einen biomechanischen Vergleich herausfanden, dass zwei Schrauben stärker sind als eine Schraube der gleichen Größe. Demnach sollte die Fixation beim Hund mittels zweier Schrauben des größtmöglichen Durchmessers erfolgen, um den Torsionkräften entgegenzuwirken (Radasch, 1990). Bei der Katze stehen jedoch nur 0,5 cm² zur idealen Platzierung zur Verfügung, was die Anwendung von zwei Schrauben erschwert. Steht außerdem dem Operateur kein C-Bogen zur Verfügung, gestaltet sich das Einbringen der Zugschraube erheblich komplizierter. Um das Risiko einer Verletzung des Wirbelkanals mit wichtigen neurologischen Strukturen zu umgehen und Fehlplatzierungen in den Intervertebralspalt zu vermeiden, proklamieren Raffan et. al (2002) die Verwendung eines transartikulären Steinmann-Nagels und eines Gummibandes. In seiner Untersuchung musste jedoch bei drei Katzen der Nagel aufgrund einer Fehlplatzierung mit Lockerung und Wanderung wieder entfernt werden. Von keiner einzigen Schraubenlockerung berichten Tomlinson et al. (1999), die luxierte Iliosakralgelenke von Hunden mit einer minimal invasiven gedeckten Reposition und Fixation mit einer perkutanen Zugschraube versorgten, die unter Durchleuchtungskontrolle eingebracht wurde. Erfolgt die Platzierung der Schraube bei der Katze nach den Orientierungspunkten, wie sie für den Hund gelten, werden Lockerungsfrequenzen von 30 % (Burger et al., 2005) beobachtet, die überwiegend auf eine Fehlplatzierung zurückzuführen sind. In der Langzeitstudie von Burger (2005) reichen 12,9 % der so platzierten Schrauben sogar in den Wirbelkanal. Unter Berücksichtigung der katzenspezifischen Orientierungspunkte zur Schraubenplatzierung treten in seiner Studie keine Implantatlockerungen auf und alle Schrauben sind korrekt platziert.

Alle operativen Versorgungsmethoden haben die Gemeinsamkeit, dass durch eine korrekte belastungstabile Fixation der Iliosakralgelenke dem Patienten eine schnelle Reduktion der Schmerzen mit Funktionswiederherstellung der Gliedmaße ermöglicht wird.

Die Ankylose- und Arthrosefrequenz ehemals luxierter Iliosakralgelenke betrug zum Zeitpunkt der Spätkontrolle nach chirurgischer Versorgung 78,9 % und 11,2 %. Spondylopathien zwischen den letzten Lendenwirbeln und dem Kreuzbein wiesen 6,3 % der Katzen auf. Spondylopathien waren auch mitverantwortlich für die acht Katzen, die bei der klinischen Spätkontrolle eine Druckdolenz am Kreuzbein zeigten. In der Untersuchung von Zahn et al. (2005), die auch die Ergebnisse von Böhmer (1985) beinhaltet, liegen die Ankylose- und Arthroseraten bei jeweils 52,7 % und 36,3 % bei konservativ therapierten Iliosakralgelenksluxationen. Spondylopathien werden in der Studie von Böhmer (1985) bei 46,9 % der konservativ therapierten Katzen gefunden. Im Vergleich zur chirurgischen Versorgung ist nach einer konservativen Therapie öfter mit der Bildung von arthrotischen Zubildungen an den Iliosakralgelenken und Spondylarthrosen zwischen L7 und Os sacrum zu rechnen. Wie Böhmer (1985) bestätigt führen diese in den meisten Fällen jedoch nicht zu schwerwiegenden klinischen Problemen.

Bei 3,9 % der Katzen konnte eine Lahmheit diagnostiziert werden. Vergleichend dazu berichtet Burger (2005) von einer Lahmheitsfrequenz von 8 % bei den Katzen, bei denen die Schrauben nach den neuen Orientierungspunkten gesetzt wurden, und von sogar 37 % lahm gehenden Tieren, bei denen, ohne Durchleuchtungskontrolle, die Schrauben nach den anatomischen Kriterien des Hundes platziert wurden. Bei konservativ therapierten Katzen beobachtet Böhmer (1985) eine Lahmheitsfrequenz von 5,5 %.

Der Anteil von Katzen mit luxationsbedingten Beckeneinengungen wurde von 65,6 % präop. auf 6,3 % zum Zeitpunkt der Spätkontrolle gesenkt. Auffällig war dabei, dass alle noch bestehenden hochgradigen Beckeneinengungen auf kollabierte Beckenhälften nach konservativ therapierter Luxation der betroffenen Seite zurückzuführen waren.

Zusammenfassend konnten durch die Zugschraubenosteosynthese überwiegend gute Ergebnisse erzielt werden, was vor allem auf die Erfahrung der Chirurgen und die korrekte Platzierung der Schrauben unter Durchleuchtungskontrolle mit ausreichender Eindringtiefe zurückzuführen ist. Bei einer einzigen Katze wurde ein Beckenschiefstand mit einer nach lateral abgekippten Darmbeinschaukel gefunden, der auf einem Osteosynthesemangel durch eine fehlplatzierte Schraube basierte. Eine Verletzung des Wirbelkanals durch eine fehlgesetzte Schraube lag bei keiner Katze vor. Unter zusätzlicher Beachtung der von Burger

(2004) beschriebenen katzenspezifischen anatomischen Orientierungsmerkmale am Kreuzbein kann die Schraubenplatzierung in Zukunft weiter perfektioniert werden.

In der überwiegenden Mehrzahl der Fälle wurden die Iliumfrakturen mit DCP-Platten der Stärke 2.0 mm versorgt, wobei darauf geachtet wurde, dass in jedem Fragment mindestens drei Schrauben Halt fanden. Auch bei Tieren mit einem Gewicht von bis zu 10 kg sind DCP-Platten zur Versorgung von Iliumfrakturen besser geeignet als Miniplatten, die den relativ dicken Darmbeinknochen nicht rigide genug fixieren (Roush und Manley, 1992).

In 92 % der Fälle wurde mindestens eine Schraube in das intakte ipsilaterale Iliosakralgelenk gesetzt. Insgesamt kam es in 33 % der Fälle zu Implantatlockerungen, wobei die Lockerungsfrequenz bei fixiertem ISG 32,6 % und bei nicht fixiertem ISG 37,8 % betrug. Demnach war die Fixierung des Iliosakralgelenks nicht mit einer wesentlich höheren Wahrscheinlichkeit der Implantatlockerung verbunden. Von einer annähernd gleichen Verteilung berichtet auch Breshears (2004). Beachtung findet jedoch die Tatsache, dass bei den Platten, die das Iliosakralgelenk mit fixierten, sich zu 86,6 % die Schrauben lockerten, die in das Iliosakralgelenk gesetzt worden waren.

Als alternatives Fixationsverfahren zu einer Anbringung der Platte von lateral weisen beim Hund von ventral nach dorsal eingebrachte Zugschrauben, insbesondere zur Versorgung langer Schrägfrakturen, eine höhere Rigidität auf (VanGundy et al., 1988; Hulse et al., 1989). Den Schrauben steht eine dickere Kortikalisschicht zur Verfügung, was mit einer besseren Kraftübertragung und vermindertem Implantatstress verbunden ist. In einer Studie an Hunden wird bei einer Anbringung der Platte von lateral, mit einer Fixation des Iliosakralgelenks in der Hälfte der Fälle, eine Lockerungshäufigkeit von 21 % beobachtet. Sowohl beim Platzieren der Platte von ventral als auch bei der Kombination einer ventral mit einer lateral angebrachten Platte ohne Fixation des ISG wird von keiner einzigen Schraubenlockerung berichtet (Breshears et al., 2004). Zudem sind nach Breshears et al. (2004) lateral angebrachte Platten häufiger mit einer Implantatbiegung verbunden und weisen eine schlechtere Reposition der Fragmente auf. Durch ventral angebrachte Platten finden mehr Schrauben Halt, die zudem eine zusätzliche interfragmentäre Kompression auf den Frakturspalt ausüben. Bei der Katze gilt jedoch zu beachten, dass lateral am Ilium, im Vergleich zum Hund, weniger Knochenmaterial zur Verfügung steht und die Kortikalis deutlicher dünner und spröder ist, wodurch das Interface zwischen Knochen und Platte nur schwach ausgeprägt ist. In einer Studie an 28 Katzen (Hamilton et al., 2006) beträgt die Lockerungshäufigkeit bei lateral angebrachten Platten 56 %. Im Gegensatz dazu wird bei einer Anbringung der Platte von dorsal von 20 % Schraubenlockerungen durch Hamilton et al. (2006) berichtet, wobei die

Kontrolle acht Monate nach operativer Versorgung durchgeführt wurde. Weitere Langzeitergebnisse stehen bislang aus, doch die ersten Resultate machen die genannten Osteosyntheseverfahren interessant, um Komplikationen durch Schraubenlockerungen und Beckeneinengungen bei Hunden und Katzen vorzubeugen.

Die Arthrosefrequenz von Iliumfrakturen lag bei 15,2 % und 4,0 % der Katzen zeigten zum Zeitpunkt der Langzeitkontrolle eine Lahmheit. Im Vergleich zu den bei Böhmer (1985) operierten Katzen, die in der Hälfte der Fälle Arthrose aufwiesen und bei denen zu 75 % operationstechnische Fehler nachweisbar waren, konnten die Qualität der chirurgischen Versorgung und die Langzeitergebnisse verbessert werden. Auch in einer neueren Studie, die die Ergebnisse von Böhmer (1985) und Strodl (2000) mitberücksichtigt, liegen die Arthrose- und Lahmheitsfrequenzen mit jeweils 50 % und 30 % bei den chirurgisch versorgten Katzen mit Iliumfrakturen noch deutlich höher (Matis et al., 2005 a)).

Nach konservativ versorgten Iliumfrakturen von Katzen berichten Matis et al. (2005 a)) von einer Arthroserate von 63 % und einer Lahmheitsfrequenz von 14 %. Bei isolierter Betrachtung der Studie von Böhmer (1985) wird eine Arthrosefrequenz von 24,5 % und eine Lahmheitsfrequenz von 10,2 % nach konservativer Therapie registriert. Konservativ therapierte Iliumfrakturen gehen bei Hunden laut Nakasala-Situma (1979) in 55,8 % der Fälle mit Lahmheit und Arthrose einher.

Eine Fraktur des Darmbeins stand in 13,1 % der Fälle mit einer Schädigung des N. ischiadicus in Zusammenhang, was durch die Untersuchungsergebnisse von Böhmer (1985) bestätigt wird. Die in 19 Fällen diagnostizierte überschießende Kallusbildung, die in einem Fall mit einer Kompression des N. ischiadicus einherging, ließ sich im Wesentlichen auf Osteosynthesefehler in Form einer mangelhaften Reposition und ungenügendem Plattenkontakt zum Knochen zurückführen.

Vor einer operativen Stabilisierung wiesen 68,7 % der Katzen eine Beckeneinengung auf, die durch die chirurgische Versorgung auf 9,1 % gesenkt werden konnte. Die zum Zeitpunkt der Spätkontrolle vorliegenden Einengungen waren alle auf eine überschießende Kallusbildung zurückzuführen, die teilweise durch Implantatlockerungen verursacht wurde. Nach einer konservativen Therapie werden im Vergleich bei 63,2 % der Katzen bestehende Beckeneinengungen bei der Röntgenkontrolle diagnostiziert (Böhmer, 1985).

Das Risiko einer Beckeneinengung durch Verlagerung instabiler Fragmente nach medial mit dem Risiko der Einklemmung des N. ischiadicus wird durch eine qualitativ gute belastungstabile Fixation reduziert.

Die Azetabulumfrakturen der Katzen wurden in der überwiegenden Mehrzahl der Fälle mittels DCP-Platten der Größe 2.0 mm versorgt, die vor ihrem Einsatz an anatomischen Knochenmodellen vormodelliert worden waren.

Im Vergleich dazu haben sich bei der Versorgung von Azetabulumfrakturen des Hundes Azetabulum- und Rekonstruktionsplatten (Braden und Prieur, 1986; Ost und Kaderly, 1986; Dyce und Houlton, 1993; Matis, 1998 b)) bewährt, die eine sehr gute Anpassung an das dorsale Azetabulumdach ermöglichen. Das alternative Fixationsverfahren mit Bohrdrähten und Polymethylmethacrylat bei Hunden (Lewis, 1997) führte bislang nicht zu besseren Ergebnissen, auch wenn durch das formbare PMMA eine bessere Fragmentreposition ermöglicht wird als es mit Azetabulumplatten möglich ist (Stubbs et al., 1998). Die Verkittung von Rekonstruktionsplatten mit PMMA erhöht, einer biomechanischen Studie zufolge, die Rigidität, verringert Mikrobewegungen und verbessert das Platteninterface und die anatomische Reposition (Anderson et al., 2002).

Eine Schraubenlockerung nach Mitfixation des Iliosakralgelenkes durch die Platte konnte bei 50 % der Katzen beobachtet werden, während es ohne ipsilaterale Fixation des ISG zu 10 % Schraubenlockerungen kam. Dazu muss jedoch gesagt werden, dass 10-mal mehr Patienten ohne Fixation des ISG durch Plattenschrauben versorgt wurden, wonach sich eine Gesamtlockerungsfrequenz von 13,6 % festhalten lies. Von Dyce und Houlton (1993) werden bei Hunden, die mit Rekonstruktionsplatten versorgt wurden, mit 6,2 % seltener Implantatlockerungen beobachtet. Vergleichbare Daten operierter Azetabulumfrakturen von Katzen aus anderen Studien liegen bislang nicht vor.

Veränderungen im Sinne einer sekundären Arthropathia deformans traten bei 65,9 % der Katzen auf. Die Arthrosrate von Azetabulumfrakturen beträgt in der Untersuchung von Matis et al. (2005 a), b)), die die Ergebnisse von Böhmer (1985) und Strodl (2000) mitberücksichtigt, nach konservativer Therapie 76 % (Böhmer, 1985) und nach operativer Versorgung 73 %. Bei Nakasala-Situma (1979) weisen alle konservativ therapierten Hunde eine posttraumatische Arthropathia deformans auf. Die Arthrosefrequenz konservativ therapierter Frakturen des kaudalen Pfannendrittels beträgt bei Hunden und Katzen 86 % (Böhmer, 1985; Boudrieau und Kleine, 1988).

In Anbetracht der Tatsache, dass in der Untersuchung von Böhmer (1985) alle chirurgisch versorgten Katzen Koxarthrosen aufweisen, bestätigen die Ergebnisse der vorliegenden Studie, dass die Qualität der Osteosynthese am Azetabulum in den letzten Jahren weiter verbessert werden konnte. Auch in den Untersuchungen von Strodl (2000), Anson et al.

(1988) und Vogel (1986) liegen die Arthroseraten mit 73 – 86 % bei chirurgisch versorgten Katzen und Hunden noch etwas höher. Im Vergleich mit der konservativen Therapie wurde ebenfalls eine geringere Arthrosefrequenz erreicht.

Eine Lahmheit konnte bei 15,9 % der Katzen diagnostiziert werden, die allesamt auch arthrotische Veränderungen des Hüftgelenkes aufwiesen. In der Untersuchung von Matis et al. (2005 a), b)) schneiden die Katzen mit einer Lahmheitsfrequenz von 10 % (Böhmer, 1985) in der konservativen Therapie besser ab als in der chirurgischen Versorgung, die zu einer Lahmheitsfrequenz von 19 % führt. In Studien operativ versorgter Hunde berichten Denny (1978), Anson et al. (1988), Strodl (2000) sowie Dyce und Houlton (1993) von Lahmheitsfrequenzen zwischen 15 – 38 %. Im Gegensatz dazu zeigen die konservativ therapierten Hunde aus den Studien von Denny (1978), Boudrieu und Kleine (1988) in 46 % der Fälle eine persistierende Lahmheit. Im Vergleich mit der operativen Versorgung zeigen demnach Katzen nach einer konservativen Therapie eine geringere Lahmheitsfrequenz während bei Hunden öfter Lahmheiten auftreten. Chirurgisch versorgten Azetabulumfrakturen liegen jedoch häufiger multiple Frakturen mit großflächiger Schädigung des Gelenkknorpels zu Grunde, die mit einer sehr vorsichtigen Prognose verbunden sind.

Gemessene Muskelatrophien und schmerzhaft Reaktionen bei der klinischen Untersuchung des Hüftgelenkes korrelierten mit der Ausprägung degenerativer Veränderungen und dem Auftreten von Lahmheiten. Bei 15,9 % der Katzen war das Hüftgelenk bei Extension und Rotation in seiner Beweglichkeit eingeschränkt. Eine Streckhemmung kann nach Strodl (2000) auf den bindegewebigen Umbau des M. tensor fasciae latae zurückgeführt werden, der durch knöcherne Umformungsprozesse und mangelnde Schonung des N. gluteus cranialis in der Operation verursacht wird. Bei den 34,1 % lahmheits- und arthrosefreien Tieren war bei 20 % eine Muskelatrophie messbar. Auch Strodl (2000) misst bei 35,7 % der lahmheitsfreien Katzen eine Muskelatrophie von weniger als einem cm.

Eine Resektionsarthroplastik nach hochgradiger degenerativer Veränderung des Femurkopfes wurde bei 6,8 % der Katzen durchgeführt. Bei Anson et al. (1988) war diese Operation bei 14,2 % der Hunde notwendig. Wie Off und Matis (1997) in einer Studie feststellen, zeigen Katzen im Vergleich zu Hunden eine deutlich geringere Beeinträchtigung in der Gliedmaßenfunktionalität nach durchgeführter Resektionsarthroplastik des Hüftgelenks. Von den 15 durch sie nachkontrollierten Katzen zeigte keine eine Lahmheit und lediglich vier reagierten schmerzhaft (Off und Matis, 1997). Eine bestehende Muskelatrophie und Bewegungseinschränkung fand sich jedoch übereinstimmend mit Off und Matis (1997) bei über der Hälfte der kontrollierten Katzen.

Der Anteil an Katzen mit einer Beckeneinengung wurde von 38,6 % nach dem Trauma auf 9,1 % zum Kontrollzeitpunkt gesenkt. Ein Osteosynthesemangel verursachte durch mangelhafte Reposition und Fixation der Fragmente eine Implantatlockerung mit Medialverlagerung der Knochenanteile und hochgradiger Beckeneinengung, die jedoch nicht zu Kotabsatzproblemen führte. Bei konservativ therapierten Katzen diagnostiziert Böhmer (1985) in über der Fälle Beckeneinengungen.

Azetabulumfrakturen waren in 6,8 % der Fälle mit einer Schädigung des N. ischiadicus verbunden, was sich mit den bisherigen Ergebnissen durch Strodl (2000) deckt. Bei Hunden hingegen kann nach Strodl (2000) doppelt so oft eine Ischiadikusparese diagnostiziert werden.

Über die Qualität der Osteosynthese am Sitzbein kann in dieser Untersuchung keine aussagekräftige Beurteilung abgegeben werden, da nur 3,4 % der Ischiumfrakturen operativ versorgt wurden; in den übrigen Fällen wurden sie durch die Fixation begleitender Beckenfrakturen mit reponiert und zeigten zu 72,4 % eine vollständige Konsolidierung. Demnach war bei 27,6 % der konservativ therapierten Frakturen zum Kontrollzeitpunkt eine Pseudarthrosebildung feststellbar, die in über der Hälfte der Fälle auf den Sitzbeinhöcker lokalisiert war. Die am Tuber ischiadicum entspringende Hinterbackenmuskulatur sorgt durch den starken Muskelzug für eine Dislokation der Fragmente nach ventral. Daher werden bei Frakturen in diesem Bereich besonders häufig Pseudarthrosen beobachtet. So berichten bereits Böhmer (1985) und Nakasala-Situma (1979) von Pseudarthroseraten nach Abriss des Tuber ischiadicum zwischen 52 – 75 % sowohl bei Katzen als auch bei Hunden.

Eine Druckdolenz bei der klinischen Untersuchung des Sitzbeins zeigten 6,6 % der Patienten, die allesamt Pseudarthrosen aufwiesen. Ischiumfrakturen waren jedoch bei keiner Katze ursächlich für das Auftreten einer Muskelatrophie oder Lahmheit der betroffenen Gliedmaße verantwortlich. In 7,5 % der Fälle ließ sich eine entstandene Koxarthrose allein auf Ischiumfrakturen zurückführen, die in den meisten Fällen azetabulumnah lokalisiert waren. Im Vergleich dazu liegt die Arthrose- und Lahmheitsfrequenz bei Hunden mit 15,4 % deutlich höher (Nakasala-Situma, 1979).

Trotz des hohen Anteils nicht konsolidierter Ischiumfrakturen führen diese bei der Katze nur selten zu klinischen Problemen und werden gut kompensiert. Eine operative Versorgung kann jedoch insbesondere bei stark dislozierten Abrissen und Apophysiolyse des Tuber ischiadicum empfohlen werden, da sie zu einer Schmerzlinderung und Verkürzung der Rekonvaleszenzdauer des Patienten beiträgt (Nakasala-Situma, 1979; Tomlinson, 2003).

Alle Schambeinfrakturen wurden konservativ therapiert, wobei auch hier mit 16,4 % eine deutliche Anzahl an Pseudarthrosen gefunden werden konnte, die jedoch bei keiner Katze zu klinischen Einschränkungen führte. Durch Böhmer (1985) wird die gute funktionelle Heilungstendenz von Pubisfrakturen nach konservativer Therapie ebenfalls bestätigt.

Komplette Zusammenhangstrennungen der Beckensymphyse sind häufig mit Luxationen im Iliosakralgelenk verbunden und führen durch die Verschiebung der beiden Beckenhälften gegeneinander zu teils erheblichen Beckeneingungen. Dies konnte durch die Tatsache bestätigt werden, dass 44 % der Katzen mit einer Symphysiolyse eine Beckeneinengung überwiegend mittel- bis hochgradigen Ausmaßes aufwiesen. Zwei Drittel der Symphysiolyse wurden durch die operative Versorgung begleitender Beckenfrakturen in die physiologische Position reponiert. Die Konsolidierung erfolgte zu 72 % mit vollständiger Ankylosierung der Faserknorpelfuge. Doch auch die nicht konsolidierten Symphysen führten zu keinen klinischen Problemen bei den Patienten.

Im Heilungsverlauf von Sakrumfrakturen kam es in 72,4 % der Fälle zur Ankylosierung des ipsilateralen Iliosakralgelenks und zweimal konnte eine vollständige Verwachsung mit dem siebten Lendenwirbel festgestellt werden. Die Häufigkeit der Bildung von Arthrosen am Iliosakralgelenk und Spondylosen kranial am Kreuzbein lag bei jeweils 22,2 %. Zum Zeitpunkt der Spätkontrolle gingen 7,4 % der Katzen lahm und rund einem Drittel war der Druck auf das Iliosakralgelenk bei der Untersuchung unangenehm. In der Untersuchung von Böhmer (1985) wird nach konservativer Therapie von Sakrumfrakturen keine Arthrosebildung beobachtet und die Lahmheitsfrequenz beträgt lediglich 1,2 %. Im Vergleich der beiden Studien liegen bei Böhmer (1985) jedoch mit einem Anteil von 26,7 % im Gegensatz zu den hier diagnostizierten 41,3 % weniger komplizierte Transversal- und Querfrakturen zu Grunde.

Sakrumfrakturen verursachten bei einem Viertel der Katzen nach dem Trauma neurologische Defizite in Form neurologisch bedingter Lahmheiten, Urin- und Kotabsatzproblemen sowie Sensibilitätsstörungen. Insbesondere die Lokalisation und der Grad der Dislokation von Sakrumfrakturen haben den größten Einfluss auf die Schwere einer Schädigung des Plexus lumbosacralis und der Cauda equina. Wie Anderson und Coughlan (1997) bestätigen, weisen Absprengungen der Ala ossis sacri eine günstigere Prognose auf als kombinierte Transversal- und Querfrakturen. Auch in dieser Studie lagen bei den vier Katzen mit anhaltenden neurologischen Schäden vorwiegend Quer- und Längsfrakturen zu Grunde. Eine

persistierende Lähmung der Schwanznerven mit dem klinischen Bild des Hammelschwanzes, wie sie Böhmer (1985) bei 5,8 % der Patienten findet, konnte nur bei 3,4 % diagnostiziert werden.

In Anbetracht der Gesamtergebnisse konnte bei den 184 chirurgisch versorgten Katzen eine Arthrosefrequenz von 32,1 % und eine Lahmheitsfrequenz von 11,4 % festgehalten werden. Im Vergleich dazu ergibt sich aus den Daten der Untersuchung von Böhmer (1985) an 408 konservativ therapierten Katzen, von denen 176 nachkontrolliert wurden, eine Arthrosefrequenz von 48,8 % und eine Lahmheitsfrequenz von 7,9 %.

Die Anzahl betroffener Katzen mit Arthrose war demnach nach einer chirurgischen Versorgung geringer, während im Vergleich zur konservativen Therapie mehr Lahmheiten registriert wurden. Bei der Auswertung der einzelnen Frakturgruppen waren im Vergleich zu Böhmer (1985) die Arthrosefrequenzen von Iliosakralgelenksluxationen, Azetabulum- und Iliumfrakturen geringer während nach Sakrumfrakturen deutlich häufiger Arthrosen gefunden wurden. Die Lahmheitsfrequenzen waren nach chirurgischer Therapie von Iliosakralgelenksluxationen und Iliumfrakturen geringer, während nach Azetabulum- und Sakrumfrakturen deutlich mehr Lahmheiten als bei Böhmer (1985) diagnostiziert wurden. Im Vergleich zur Studie von Böhmer (1985) wurden außerdem mehr neurologische Lahmheiten erfasst.

Die registrierten Lahmheiten waren fast ausschließlich geringgradig ausgeprägt. Insbesondere bei Katzen gilt jedoch zu beachten, dass sie eine sehr gute Fähigkeit haben, erworbene Einschränkungen der Gliedmaßenfunktion zu kompensieren. Für das Auge des Betrachters sind undeutlich geringgradige Lahmheiten oft nur schwer wahrnehmbar und eine objektivierte Lahmheitsdiagnostik wird dementsprechend erschwert.

Bei knapp der Hälfte der Katzen war eine Schmerzhaftigkeit bei der klinischen Untersuchung und bei 39,1 % eine Muskelatrophie festzustellen. Obwohl diese Befunde in den meisten Fällen von geringgradigem Ausmaß waren, unterstreichen sie dennoch die Bedeutung sowohl klinischer als auch röntgenologischer Spätkontrollen, um objektive Langzeitergebnisse erheben zu können, wie es durch alleinige telefonische Auskünfte nur unzureichend möglich ist.

Das Auftreten von Schädigungen des Plexus lumbosacralis und der Gliedmaßenerven hängt im Wesentlichen von der Lokalisation und dem Dislokationsgrad der Beckenfrakturen ab. Dies konnte durch die Ergebnisse der Studie bestätigt werden, wonach neurologische Schäden

am häufigsten nach hochgradigen Luxationen im Iliosakralgelenk, gefolgt von Ilium- und Sakrumfrakturen gesehen wurden.

Durch die Osteosynthese konnten in dieser Studie bei der Versorgung von Beckenfrakturen der Katze überwiegend gute Ergebnisse erzielt werden. Dazu trugen neben der Erfahrung der Chirurgen vor allem die Wahl geeigneter Implantate, die korrekte Fragmentreposition und die Kontrolle mittels Durchleuchtungstechnik und Röntgen bei. Die fehlende Frakturkonsolidierung in 11,2 % der Fälle war überwiegend auf nicht fixierte Beckenbodenfrakturen zurückführen. Den 16,1 % gelockerten Implantaten lagen neben Osteosynthesemängeln auch ungenügende Ruhighaltung der Patienten während der Rekonvaleszenz zu Grunde. Wie bereits Matis et al. (2005) beschreiben, kommt es bei der Katze häufiger als beim Hund zum Implantatversagen der Drahtzuggurtung am Trochanter major, der flacher ausgebildet ist und den Implantaten ein dementsprechend schlechteres Interface liefert. Bei 33 Tieren wurden die Implantate wieder entfernt und bei acht Katzen musste eine Resektionsarthroplastik des Femurkopfes durchgeführt werden, dessen degenerativer Umbau mehrheitlich auf ehemaligen Femurluxationen basierte.

E. Zusammenfassung

Nach einleitender Darstellung der Anatomie des Katzenbeckens, werden anhand der Literatur die Ätiologie, Häufigkeit, Lokalisation, Symptomatik, Diagnostik, Klassifikation, Begleitverletzungen, Prognose und Komplikationen von Beckenfrakturen erläutert. Außerdem werden die konservativen und chirurgischen Therapiemethoden inklusive der operativen Zugänge beschrieben.

Es konnten 184 Katzen mit 712 Beckenfrakturen kontrolliert werden, die in den Jahren 1985 bis 2005 an der Chirurgischen Universitäts-Tierklinik München operativ versorgt worden waren. Der durchschnittliche Kontrollzeitraum betrug 4,6 Jahre.

Über die Hälfte der Tiere war zum Zeitpunkt des Traumas jünger als zwei Jahre. Als häufigste Verletzungsursache konnten Autounfälle (34,2 %) und Fensterstürze (21,2 %) ermittelt werden.

Drei Viertel der Patienten waren bei der Einlieferung in die Klinik polytraumatisiert. Als häufigste Begleitverletzung konnte bei der Hälfte der Katzen ein Thoraxtrauma gefunden werden. Zusätzliche Verletzungen des Skelett- und Nervensystems zeigten 32 % und 23 % der Patienten.

Aufgrund der speziellen Beckenringstruktur traten bei 93 % der Katzen multiple Beckenfrakturen auf. Die Dislokation der Fragmente verursachte bei drei Viertel der Patienten eine Beckeneinengung. Am häufigsten waren das Schambein (26,5 %), die Iliosakralgelenke (24,7 %) und das Sitzbein (20,4 %) betroffen. Etwas seltener wurden Frakturen des Darmbeins (14,2 %), des Azetabulums (6,6 %), des Kreuzbeins (4,1 %) und der Symphyse (3,5 %) diagnostiziert. Als häufigste Frakturkombinationen wurden Luxationen im Iliosakralgelenk kombiniert mit Beckenbodenfrakturen und kontralateralen Iliumfrakturen gefunden.

Die chirurgische Versorgung der Beckenfrakturen wurde nach durchschnittlich 3,4 Tagen durchgeführt.

Luxationen im Iliosakralgelenk waren überwiegend nach kranial disloziert und lagen zu 37,5 % beidseitig vor. Eine operative Versorgung durch Zugschraubenosteosynthese wurde bei 80,7 % durchgeführt. Bei 78,9 % der operierten Iliosakralgelenke kam es zu einer vollständigen Ankylosierung und bei 11,2 % konnten Arthrosen diagnostiziert werden.

Spondylopathien wurden bei 6,3 % der betroffenen Katzen gefunden. Die Lahmheitsfrequenz betrug 3,9 %.

Bei den Iliumfrakturen wurden am häufigsten Schrägfrakturen des mittleren Darmbeinkörperdrittels mit Dislokation nach kraniomedial diagnostiziert. Die chirurgische Fixation erfolgte mehrheitlich mit 2.0-mm-DCP-Platten. Die Häufigkeit von Schraubenlockerungen betrug 33,0 %. Eine überschießende Kallusbildung führte bei 9,1 % der Katzen zu einer Beckeneinengung ohne klinische Beeinträchtigung. Bei der Langzeitkontrolle wurde eine Arthrosefrequenz von 15,2 % und eine Lahmheitsfrequenz von 4,0 % ermittelt. Eine Schmerzhaftigkeit im ipsilateralen Hüftgelenk wurde bei 42,4 % und eine Muskelatrophie der Gliedmaße bei 27,3 % der Tiere festgestellt.

Azetabulumfrakturen waren mit 46,8 % am häufigsten im mittleren Pfannendrittel lokalisiert. Die Fixation wurde überwiegend mit 2.0-mm-DCP-Platten vorgenommen. In 13,6 % der Fälle konnte eine Schraubenlockerung festgestellt werden, die bei einer Katze eine hochgradige Beckeneinengung verursachte. Zum Kontrollzeitpunkt betrug die Arthrosefrequenz 65,9 % und die Lahmheitsfrequenz 15,9 %. Bei 6,8 % der Katzen wurde während des Heilungsverlaufes eine Resektionsarthroplastik des Femurkopfes durchgeführt.

Die fast ausschließlich konservativ therapierten Sitzbeinfrakturen führten bei 27,6 % der Katzen zur Bildung einer Pseudarthrose, die zu 57,9 % auf den Sitzbeinhöcker lokalisierbar war.

Pubisfrakturen waren zu 39,0 % beidseitig lokalisiert und konsolidierten zu 83,6 % vollständig nach konservativer Therapie.

Zur vollständigen Ankylosierung der Faserknorpelfuge nach einer Symphysiolyse kam es bei 72,0 % der Katzen.

Sakrumfrakturen waren zu 79,3 % mit ipsilateralen Luxationen im Iliosakralgelenk kombiniert. Zur Bildung von Arthrosen und Spondylopathien kam es in jeweils 22,2 % der Fälle. Eine Lahmheit und anhaltende neurologische Defizite wurden bei 7,4 % und 1,5 % der Tiere gefunden.

Bei den 184 chirurgisch versorgten Katzen konnte eine gesamte Arthrosefrequenz von 32,1 % und eine Lahmheitsfrequenz von 11,4 % festgestellt werden. Aus den Untersuchungsergebnissen von Böhmer (1985) lässt sich nach konservativer Therapie eine gesamte Arthrosefrequenz von 48,8 % und eine Lahmheitsfrequenz von 7,9 % ermitteln. Im

Vergleich der verschiedenen Frakturlokalisationen waren die Arthrosefrequenzen nach Iliosakralgelenksluxationen, Azetabulum- und Iliumfrakturen geringer und nach Sakrumfrakturen höher als bei Böhmer (1985).

Nach chirurgisch versorgten Iliosakralgelenksluxationen und Iliumfrakturen wurden weniger und nach Azetabulum- und Sakrumfrakturen mehr Lahmheiten als bei Böhmer (1985) diagnostiziert.

F. Summary

Long-term evaluation of surgical fixation of pelvic fractures in the cat

In this study, the anatomy of the feline pelvis is reviewed, and the aetiology, frequency, localization, clinical signs, diagnosis, classification, complications and prognosis of pelvic fractures and concurrent injuries are described. Conservative and surgical treatment options, including surgical approaches, are discussed in detail.

A total of 184 cats with 712 pelvic fractures were re-evaluated clinically and radiographically a mean of 4.6 years post-operatively. All the cats had been treated at the Department of Veterinary Surgery, University of Munich, from 1985 to 2005.

More than 50 % of the cats were less than two years of age at the time of injury. The most common causes of pelvic fracture were car accidents (34.2 %) and falls from a great height (21.2 %).

Multiple injuries occurred in 75 % of the patients. Thoracic trauma was the most common concurrent injury and was diagnosed in more than 50 % of the cats. Additional injuries of the skeletal and nervous systems occurred in 32 % and 23 % of the patients, respectively.

Because of the ring-like structure of the pelvis, multiple fractures were seen in 93 % of the cats. Dislocation of the fracture fragments caused narrowing of the pelvic canal in 75 % of the patients. The most frequently affected areas were the pubis (26.5 %), sacroiliac joints (24.7 %) and ischium (20.4 %). Fractures involving the ilium (14.2 %), acetabulum (6.6 %), sacrum (4.1 %) and symphysis (3.5 %) were less common.

The most common fracture combinations were luxations of the sacroiliac joints combined with fractures of the pelvic floor and contralateral fractures of the ilium.

Surgical repair of pelvic fractures was carried out a mean of 3.4 days after the accident.

In most cases, luxations of the sacroiliac joint led to cranial displacement of the ilial wing, and in 37.5 % of cats bilateral luxations were seen. In 80.7 % of cases, a lag screw was used for fixation. Complete ankylosis and arthrotic changes occurred in 78.9 % and 11.2 % of the surgically treated sacroiliac joints. Spondylopathies occurred in 6.3 % of affected cats, respectively, and lameness in 3.9 %.

The most common fracture configuration of the ilium was an oblique fracture of the middle third of the bone with craniomedial dislocation. In most cases, surgical fixation was achieved using 2.0-mm DCP plates. Screw loosening was seen in 33.0 % of cases. Callus formation resulted in narrowing of the pelvic canal in 9.1 % of the patients, without causing clinical signs. Arthrotic changes were present in 15.2 % of cats with ilial fractures and lameness was seen in 4.0 % of them. Manipulation of the ipsilateral hip joint elicited pain in 42.4% of the cases. In 27.3% of affected cats, there was muscle atrophy in the affected hind limb.

Acetabular fractures occurred most commonly (46.8 %) in the middle third of the joint surface. A 2.0-mm DCP plate for rigid fixation was the method most commonly employed. Screw loosening occurred in 13.6 % of cases and caused severe narrowing of the pelvic canal in one cat. The frequency of arthrosis and lameness was 65.9 % and 15.9 %. During the re-convalescence period, excision arthroplasty of the femoral head and neck was necessary in 6.8 % of these cats.

Almost all ischial fractures were treated conservatively. In 27.6 % of cats with this type of fracture, incomplete healing resulted in pseudarthrosis, which occurred at the ischial tuberosity in 57.9 % of cases.

Fractures of the pubis were bilateral in 39.0 % of the cases. Conservative treatment resulted in complete healing in 83.6 % of affected cats.

Complete ankylosis after symphysiolysis was seen in 72.0 % of affected cats.

Ipsilateral luxation of the sacroiliac joint occurred in 79.3 % of sacral fractures. Arthrotic changes and spondylopathies were seen in 22.2 % of cases. Lameness occurred in 7.4 % of affected patients, and 1.5 % had persistent neurological signs.

In 184 operated cats, the frequencies of arthrosis and lameness were 32.1 % and 11.4 %, respectively. Boehmer (1985) reported respective frequencies of 48.4 % and 7.9 % in cats treated conservatively. Comparison of the different fracture localizations results in lower frequencies of arthrosis after sacroiliac luxations, acetabular and ilial fractures and higher frequencies of arthrosis after sacral fractures than reported by Boehmer (1985). Compared with the study results of Boehmer (1985) lameness after sacroiliac luxations and ilial fractures was less and after acetabular and sacral fractures more common.

G. Abkürzungen

M. = Musculus
Mm. = Musculi
N. = Nervus
Nn. = Nervi
A. = Arteria
Aa. = Arteriae
V. = Vena
Lig. = Ligamentum
Ligg. = Ligamenta
ISG = Iliosakralgelenk
Inc. = Incisura
Proc. = Processus
lat. = lateralis
med. = medialis
ggr. = geringgradig
mgr. = mittelgradig
hgr. = hochgradig
n = Anzahl
Tab. = Tabelle
Abb. = Abbildung
ggf. = gegebenenfalls

H. Literaturverzeichnis

Alexander, JE, Archibald, J und Cawley, JA (1962):

"Multiple fractures of the pelvis in small animals." *Mod Vet Pract*, 43, 33.

Anderson, A und Coughlin, AR (1997):

"Sacral fractures in dogs and cats: a classification scheme and review of 51 cases." *J Small Anim Pract*, 38, 404-409.

Anderson, GM, Cross, AR, Lewis, DD und Lanz, OI (2002):

"The effect of plate luting on reduction accuracy and biomechanics of acetabular osteotomies stabilized with 2.7-mm reconstruction plates." *Vet Surg*, 31, 3-9.

Anson, LW, DeYoung, DJ, Richardson, DC und Betts, CW (1988):

"Clinical evaluation of canine acetabular fractures stabilized with an acetabular plate." *Vet Surg*, 17, 220-225.

Averill, SM, Johnson, AL und Schaeffer, DJ (1997):

"Risk factors associated with development of pelvic canal stenosis secondary to sacroiliac separation: 84 cases (1985-1995)." *J Am Vet Med Assoc*, 211, 75-78.

Beaver, DP, Lewis, DD, Lanz, OI, Madison, JB und Kubilis, PS (2000):

"Evaluation of Four Interfragmentary Kirschner Wire Configurations as a Component of Screw/Wire/Polymethylmethacrylate Fixation for Acetabular Fractures in dogs." *J Am Anim Hosp Assoc*, 36, 456-462.

Bennett, D (1975):

"Orthopaedic disease affecting the pelvic region of the cat." *J Small Anim Pract*, 16, 723-738.

Bennett, D (1976):

"An anatomical and histological study of the sciatic nerve, relating to peripheral nerve injuries in the dog and cat." *J Small Anim Pract*, 17, 379-384.

Betts, CW (1993):

"Pelvic fractures." In: Slatter D: Textbook of Small Animal Surgery, 2nd edn, Vol.2, Philadelphia, Saunders, 1769-1785.

Böhmer, E (1985):

"Beckenfrakturen und -luxationen bei der Katze in den Jahren 1975-1982." Vet Med Diss, Chirurgische Tierklinik der LMU München.

Bonath, KH und Prieur, WD (1998):

"Orthopädische Chirurgie und Traumatologie." Kleintierkrankheiten Band 3, , Stuttgart, UTB Ulmer, 527-534, 576-588.

Bookbinder, PF und Flanders, JA (1992):

"Characteristics of pelvic fractures in the cat: a 10 year retrospective study." *Vet Comp Orthop Traumatol*, 5, 122-127.

Boswell, KA, Boone, EG und Boudrieau, RJ (2001):

"Reduction and temporary stabilization of acetabular fractures using ASIF mandibular reduction forceps: Technique and results using plate fixation in 25 dogs." *Vet Surg*, 30, 1-10.

Boudrieau, RJ und Kleine, LJ (1988):

"Nonsurgically managed caudal acetabulare fractures in dogs: 15 cases (1979-1984)." *J Am Vet Med Assoc*, 193, 701-705.

Boyd, JS und Paterson, C (1995):

"Knochen des Beckens." In: Farbatlas der klinischen Anatomie von Hund und Katze, Stuttgart, Enke, 153-155.

Braden, TD und Prieur, WD (1986):

"New plate for acetabular fractures: Techniques of application and long term follow up evaluation." *J Am Vet Med Assoc*, 188, 1183-1186.

Breshears, LA, Fitch, RB, Wallace, LJ, Wells, CS und Swiderski, JK (2004):

"The radiographic evaluation of repaired canine ilial fractures (69 cases)." *Vet Comp Orthop Traumatol*, 17, 64-72.

Bright, RM et al. (1986):

"Subtotal colectomy for treatment of acquired megacolon in the dog and cat." *J Am Vet Med Assoc*, 188, 1412-1415.

Brinker, WO (1975):

"Fractures of the pelvis." In: Archibald J: Canine Surgery, 2nd edn, Santa Barbara, American Veterinary Publications, 949-1048.

Brinker, WO (1978):

"Small Animal Fractures." East Lansing, Michigan, Department of Continuing Education Services, Michigan State University.

Brinker, WO und Braden, TD (1984):

"Fractures of the pelvis." In: Brinker WO, Hohn RB, Prieur WD: Manual of Internal Fixation in Small Animals, New York, Springer, 72-73, 152-164.

Brinker, WO, Piermattei, DL und Flo, GL (1997):

"Fractures of the pelvis." In: Handbook of Small Animal Orthopedics and Fracture Treatment, 3rd edn, Philadelphia, WB Saunders, 76.

Brown, SG und Biggart, JF (1975):

"Plate fixation of iliac shaft fractures in the dog." *J Am Vet Med Assoc*, 167, 472-478.

Brunnberg, L, Matis, U und Waibl, H (1999):

"Zugang zum Sitzbein von lateral und kaudal." In: Schebitz RB, Brass WR: Operationen an Hund und Katze, 2nd edn, Wien, Berlin, Paul Parey, 381-384.

Brunnberg, L und Waibl, H (1999):

"Zugang zum Becken von ventral." In: Schebitz RB, Brass WR: Operationen an Hund und Katze, 2nd edn, Wien, Berlin, Paul Parey, 385-388.

Budras, KD, Fricke, W und Richter, R (2000):

"Atlas der Anatomie des Hundes." Hannover, Schlütersche, 74-87.

Burger, M, Forterre, F, Waibl, H und Brunnberg, L (2004):

"Zur iliosakralen Luxation der Katze. Teil 1: Morphometrische Untersuchung zur Position des Bohrkanals für die Zugschraubenosteosynthese." *Kleintierpraxis*, 49, 763-770.

Burger, M, Forterre, F, Waibl, H und Brunnberg, L (2005):

"Zur iliosakralen Luxation der Katze. Teil 2: Kasuistik und Operationsergebnisse." *Kleintierpraxis*, 50, 281-297.

Butterworth, SJ, Gribben, S, Skerry, TM, Denny, HR, Barr, ARS und Gregory, SP (1994):

"Conservative and surgical treatment of canine acetabular fractures: a review of 34 cases." *J Small Anim Pract*, 35, 139-143.

Chalman, JA und Layton, CE (1990):

"Osteotomy of the ischial tuberosity to provide surgical access to the ischium and caudal acetabulum in the dog " *J Am Anim Hosp Assoc*, 26, 505-514.

Chambers, JN und Hardie, EM (1986):

"Localization and management of sciatic nerve injury due to ischial or acetabular fracture." *J Am Anim Hosp Assoc*, 22, 539-544.

Crawford, JT, Manley, PA und Adams, WM (2003):

"Comparison of computed tomography, tangential view radiography and convential radiography in evaluation of canine pelvic fractures." *Vet Radiol Ultrasound*, 44, 619.

De Camp, CE (2005 a)):

"Fractures of the pelvis." In: Johnson AL, Houlton JEF, Vannini R: AO Principles of Fractures Management in the Dog and Cat, Stuttgart, AO Publishing, Thieme, 161-163.

De Camp, CE (2005 b)):

"Fracture-luxation of the sacroiliac joint." In: Johnson AL, Houlton JEF, Vannini R: AO Principles of Fractures Management in the Dog and Cat, Stuttgart, AO Publishing, Thieme, 164-169.

De Camp, CE (2005 c)):

"Fractures of the ilium." In: Johnson AL, Houlton JEF, Vannini R: AO Principles of Fractures Management in the Dog and Cat, Stuttgart, AO Publishing, Thieme, 170-177.

De Camp, CE und Braden, TD (1985 a)):

"Sacroiliac fracture-separation in the dog: a study of 92 cases." *Vet Surg*, 14, 127-130.

De Camp, CE und Braden, TD (1985 b)):

"The surgical anatomy of the canine sacrum for lag screw fixation of the sacroiliac joint." *Vet Surg*, 14, 131-134.

Denny, HR (1978):

"Pelvic fractures in the dog, a review of 123 cases." *J Small Anim Pract*, 19, 151-166.

Denny, HR und Butterworth, SJ (2000):

"A guide to Feline and Canine Orthopaedic Surgery, 4th edn." Oxford, Paris, Berlin, Blackwell, 441-453.

Dunbar, AD (1984):

"Evaluating pelvic fractures: indication for surgical correction." *Vet Med*, 79, 1047-1052.

Dyce, J und Houlton, JEF (1993):

"Use of reconstruction plates for repair of acetabular fractures in 16 dogs." *J Small Anim Pract*, 34, 547-553.

Eaton-Wells, RD, Matis, U, Robins, GM und Whittick, WG (1990):

"Pelvic fractures." In: Whittick WG: Canine Orthopedics, Philadelphia, Lea and Febiger Co, 387-416.

Evans, I (1980):

"Use of allogenic bone graft to enlarge the pelvis outlet in a cat." *Vet Med Small Anim Clin*, 75, 218-220.

Ferguson, JF (1996):

"Triple pelvic osteotomy for the treatment of pelvic canal stenosis in a cat." *J Small Anim Pract*, 37, 495-498.

Fossum, TW (2002):

"Pelvic fractures." In: Fossum TW: Small Animal Surgery, 2nd edn, Missouri, Mosby, 824-826, 971-984.

Frewein, J und Vollmerhaus, B (1994):

"Anatomie von Hund und Katze." Berlin, Blackwell, 39-42, 49, 67, 68, 117-122, 275, 276, 387-392.

Gentry, SJ, Taylor, RA und Dee, JF (1993):

"The use of the veterinarian cuttable plates: 21 cases." *J Am Anim Hosp Assoc*, 29, 455-459.

Gilmore, DR (1983):

"Traumatic intestinal injuries associated with pelvic fractures: two case reports." *J Am Anim Hosp Assoc*, 19, 667-670.

Gilmore, DR (1984):

"Sciatic nerve injury in twenty nine dogs." *J Am Anim Hosp Assoc*, 20, 403-407.

Hamilton, MH, Evans, DA und Langley-Hobbs, SJ (2006):

"A review of feline ilial fractures repaired by lateral plating and the use of a dorsal plate as an alternative method of repair." *ECVS*, 314-317.

Hardie, RJ, Bertram, JEA, Todhunter, RJ und Trotter, EJ (1999):

"Biomechanical comparison of two plating techniques for fixation of acetabular osteotomies in dogs." *Vet Surg*, 28, 148-153.

Hauptmann, J, Hulse, D und Chitwood, J (1976):

"Indications for stabilization of sacroiliac luxations in the dog and cat." *Vet Med Small Anim Clin*, 71, 1413-1419.

Henry, WB (1985):

"A method of bone plating for repairing iliac and acetabular fractures." *Comp Cont Educ Pract Vet*, 7, 924-938.

Herron, MR (1977):

"Screw-wire fixation of acetabular fractures." *Can Pract*, 4, 48-50.

Hill, FWG (1977):

"A survey of bone fractures in the cat." *J Small Anim Pract*, 18, 457-463.

Hohn, BH und James, JM (1966):

"Lateral approach to the canine ilium." *J Am Anim Hosp Assoc*, 2, 110-113.

Horzinek, MC, Schmidt, V und Lutz, H (2005):

"Ausgewählte chirurgische Techniken ", In: Krankheiten der Katze, 4th edn, Stuttgart, Enke, 707-709.

Huber, ED und Hiltbrand, D (1990):

"Élargissement du diamètre transversal pelvien chez un chat." *Schweizer Archiv für Tierheilkunde*, 132, 65-67.

Hulse, D, Van Gundy, T, Johnson, S und Waldron, D (1989):

"Compression screw stabilization of oblique ilial fractures." *Vet Comp Orthop Traumatol*, 4, 162-167.

Hulse, DA, Shires, P, Waldron, D und Hedlund, C (1985):

"Sacroiliac luxations." *Comp Cont Educ Pract Vet*, 7, 493-499.

Innes, J und Butterworth, SJ (1996):

"Decision making in the treatment of pelvic fractures in small animals." *In Pract*, 18, 215-221.

Jacobsen, A und Schrader, SC (1987):

"Peripheral nerve injury associated with fracture or fracture-dislocation of the pelvis in dogs and cats : 34 cases (1978-1982)." *J Am Vet Med Assoc*, 190, 569-572.

Johnson, AL (2007):

"Pelvic fractures." In: Fossum, TW: Small Animal Surgery, 3rd edn, Missouri, Mosby, 1087-1102.

Kaderly, RE (1989):

"An overview of joint fracture repair in small animals." *Comp Anim Pract*, 19, 21-23.

Kaderly, RE (1991):

"Stabilization of bilateral sacroiliac fractures-luxations in small animals with a single trans-sacral screw." *Vet Surg*, 20, 91-96.

Knecht, CD (1966):

"A symphyseal approach to the pelvic surgery in the dog." *J Am Vet Med Assoc*, 149, 1729.

Kolata, RJ und Johnston, DE (1975):

"Motor vehicle accidents in urban dogs; a study of 600 cases." *J Am Vet Med Assoc*, 167, 938-941.

Kolata, RJ, Kraut, NH und Johnston, DE (1974):

"Patterns of trauma in urban dogs and cats; a study of 1000 cases." *J Am Vet Med Assoc*, 164, 499-502.

König, HE (1992):

"Anatomie der Katze." Stuttgart, Gustav Fischer, 12-14, 35-36, 60-64, 113-115, 122,130, 155-157.

Kuntz, CA, Waldron, D, Martin, RA, Shires, PK, Moon, M und Shell, L (1995):

"Sacral fractures in dogs: A review of 32 cases." *J Am Anim Hosp Assoc*, 31, 142-150.

Lanz, OI, Lewis, DD, Madison, JB und Blaeser, LL (1998):

"A Biomechanical Comparison of Composite Fixation and Veterinary Acetabular Plates for Stabilization of Acetabular Osteotomies in Dogs Loaded in Three-Point-Bending Fashion." *Vet Comp Orthop Traumatol*, 11, 152-157.

Lautersack, O (2007):

"Zur beiderseitigen iliosakralen Luxation bei der Katze: Ein modifiziertes Verfahren zur transsakralen Schraubenfixation mit Kontermutter." *Kleintierpraxis*, 52, 16-20.

Leighton, RL (1969):

"Symphysectomy in the cat and use of a steel insert to increase pelvic diameter." *J Small Anim Pract*, 10, 355.

Lenahan, TM und Tarvin, GB (1998):

"Repair of ilial shaft fractures and sacroiliac dislocations." In: Bojrab MJ: Current Techniques in Small Animal Surgery, 4th edn, Pennsylvania, Williams & Wilkens, 1033-1036, 1123-1126.

Lesser, AS (1978):

"The use of a tendon transfer for the treatment of a traumatic sciatic nerve paralysis in the dog." *Vet Surg*, 7, 85-89.

Lewis, DD, Beale, BS, Pechman, RD und Ellison, GW (1992):

"Rectal perforations associated with pelvic fractures and sacroiliac fractures-separations in four dogs." *J Am Anim Hosp Assoc*, 28, 175-181.

Lewis, DD et al. (1997):

"Results of screw / wire / polymethylmethacrylate composite fixation for acetabular fracture repair in 14 dogs." *Vet Surg*, 26, 223-234.

Liebich, HG, König, HE und Maierl, J (2005):

"Hinter- oder Beckengliedmaßen." In: König HE, Liebich HG: Anatomie der Haussäugetiere, 3rd edn, Stuttgart, New York, Schattauer, 211-263.

Matis, U (1983):

"Acetabular fractures." *6th Annual Advanced Course Internal Fixation of Fractures and Nonunions*, Columbus, Ohio, March.

Matis, U (1994 a)):

"Diagnose und Therapie von Erkrankungen des Hüftgelenkes." *Tagungsband 40. Jahrestagung DVG-Fachgruppe Kleintierkrankheiten*, Dresden, Sept, 126-129.

Matis, U (1994 b)):

"Intra-articular fractures of the hind limb." *Proceedings 19th World Congress*, Durban, South Africa, Oct, 513-514.

Matis, U (1996 a)):

"How I handle complex pelvic fractures." *19th Annual Advanced Course in AO/ASIF Techniques*, Columbus, Ohio, May.

Matis, U (1996 b)):

"Joint fractures of the hind limb." *BSAVA Continuing Education Meeting, Internal Fixation*, York, UK, Sept.

Matis, U (1996 c)):

"Fractures of the pelvis and the sacroiliac joint." *BSAVA Continuing Education Meeting, Internal Fixation*, York, UK, Sept.

Matis, U (1998 a)):

"Pelvic fractures." *Cours d'initiation à la methode A.O. de traitement des fractures*, Courchevel, March.

Matis, U (1998 b)):

"Management of pelvic fractures." *AO Basic fracture course*, Glasgow, Sept.

Matis, U (1998 c)):

"Traumatic lesions of the hip joint." *XXIII Congress of the World Small Animal Veterinary Association*, Buenos Aires, Oct.

Matis, U (1999):

"Traumatologie des Hüftgelenks." *Wissenschaftliche Symposien*, Breslau, April.

Matis, U (2000):

"Articular fractures in the hindlimb." *British Small Animal Veterinary Association (BSAVA), 43rd Annual Congress*, Birmingham, April.

Matis, U (2001):

"Feline Fractures: Special Considerations." *AO/ASIF Veterinary Course for Small Animals*, Sydney, Australia, Sept.

Matis, U (2002):

"Frakturen und Luxationen des Hüftgelenks." *4. Österr. AO-Vet-Kurs, 1. Kurs für Fortgeschrittene*, Salzburg, Österreich, April.

Matis, U (2003):

"Complex acetabular fractures." *34th Annual Course in Advanced Techniques in Small Animal Fracture Management*, Columbus, Ohio, May.

Matis, U (2004 a)):

"Feline fractures." *48. Congresso Nazionale Multisala SCIVAC*, Rimini, May.

Matis, U (2004 b)):

"The feline fracture patient: Tricks and pitfalls of surgical treatment." *1st Two-Day Meeting EKEOT*, Thessaloniki, Griechenland, Dec.

Matis, U (2005 a)):

"Pelvic fractures." *Advanced AO Course*, Grantham, Sept.

Matis, U (2005 b)):

"Fractures of the acetabulum." In: Johnson AL, Houlton JEF, Vannini R: *AO Principles of Fractures Management in the Dog and Cat*, Stuttgart, AO Publishing, Thieme, 178-191.

Matis, U (2005 c)):

"Fractures of the ischium and pubis." In: Johnson AL, Houlton JEF, Vannini R: *AO Principles of Fractures Management in the Dog and Cat*, Stuttgart, AO Publishing, Thieme, 192-199.

Matis, U (2006):

"Repair of feline pelvic fractures and sacroiliac luxations. Fixing the fractured feline." *BSAVA Continuing Education Courses*, Kettering, UK, Nov.

Matis, U, Boehmer, E, Strodl, S und Egli, C (2005 a):

"Iliac and acetabular fractures in cats. Abstract of the 12th ESVOT Congress, Munich, Sept." *Vet Comp Orthop Traumatol*, 18, A10.

Matis, U, Boehmer, E, Strodl, S und Zahn, K (2005 b):

"Frakturen des Hüftgelenkes bei der Katze." *51. Jahreskongress der DGK-DVG*, Berlin, Nov.

Matis, U und Brunnberg, L (1999):

"Zugang zum Darmbein von lateral." In: Schebitz RB, Brass WR: Operationen an Hund und Katze, 3rd edn, Wien, Berlin, Paul Parey Verlag, 367-369.

Matis, U, Köstlin, R und Philipp, K (1993):

"Frakturen des Beckens." In: Brinker WO, Piermattei DL, Flo GL: Orthopädie und Frakturbehandlung beim Kleintier
Stuttgart, New York, Schattauer, 33, 53-78.

Matis, U und Waibl, H (1999 a):

"Zugang zum Darmbeinflügel von kraniodorsal." In: Schebitz RB, Brass WR: Operationen an Hund und Katze, 3rd edn, Wien, Berlin, Paul Parey, 365-367.

Matis, U und Waibl, H (1999 b):

"Zugang zum Hüftgelenk von dorsolateral mit Osteotomie des Trochanter major." In: Schebitz RB, Brass WR: Operationen an Hund und Katze, 3rd edn, Wien, Berlin, Paul Parey, 378-381.

Matis, U und Waibl, H (1999 c):

"Zugang zum Hüftgelenk von kraniolateral." In: Schebitz RB, Brass WR: Operationen an Hund und Katze, 3rd edn, Wien, Berlin, Paul Parey, 369-373.

Matthiesen, DT, Scavelli, TD und Whitney, WO (1991):

"Pelvic stenosis in cats. Subtotal colectomy for the treatment of obstipation secondary to pelvic fracture malunion in cats." *Vet Surg*, 20, 113-117.

McKee, WM und Wong, WT (1994):

"Symphyseal distraction-osteotomy using an ulnar autograft for the treatment of pelvic canal stenosis in three cats." *Vet Rec*, 134, 132-135.

Messmer, M (1995):

"Beckenfrakturen beim Kleintier - Retrospektive Studie und Erstellung einer Frakturklassifikation." *Vet Med Diss*, Zürich.

Messmer, M und Montavon, PM (2004):

"Pelvic fractures in the dog and cat: a classification system and review of 556 cases." *Vet Comp Orthop Traumatol*, 17, 167-183.

Montavon, PM et al. (1985):

"Ventrolateral approach for repair of sacroiliac fracture-dislocation in the dog and cat." *J Am Vet Med Assoc*, 186, 1198.

Muir, P (1998):

"Rectal perforation associated with pelvic fracture in the cat." *Vet Rec*, 142, 371-372.

Müller, LF (1975):

"Unfallfolgen aus klinischer Sicht." *Prakt Tierarzt*, 56, 10-12.

Nakasala-Situma, J (1979):

"Beckenfrakturen beim Hund." *Vet Med Diss*, Chirurgische Tierklinik der LMU München.

Nickel, R, Schummer, A und Seiferle, E (2001):

"Lehrbuch der Anatomie der Haussäugetiere, Band 1, 7.Aufl." Berlin, Wien, Paul Parey, 97-105, 257-261.

Off, W und Matis, U (1997):

"Resektionsarthroplastik des Hüftgelenkes bei Hunden und Katzen. Klinische, röntgenologische und ganganalytische Erhebungen an der Chirurgischen Tierklinik der Ludwig-Maximilians-Universität München." *Tierärztl Prax*, 25, 379-387.

Olmstead, ML (1998 a)):

"The pelvis and sacroiliac joint." In: Coughlan AR, Miller A: *Manual of Small Animal Fracture Repair and Management*, Celtenham, BSAVA Publications, 217-228.

Olmstead, ML (1998 b)):

"Surgical repair of acetabular fractures." In: Bojrab MJ: *Current Techniques in Small Animal Surgery*, 4th edn, Pennsylvania, Williams & Wilkens, 1036-1040.

Olmstead, ML und Matis, U (1998 c)):

"Fractures of the pelvis." In: Brinker WO, Olmstead ML, Sumner-Smith G, Prieur WD: *Manual of Internal Fixation in Small Animals*, 2nd edn, New York, Springer,.

Ost, PC und Kaderly, RE (1986):

"Use of reconstruction plates for the repair of segmental ilial fractures involving acetabular comminution in four dogs." *Vet Surg*, 15, 259-264.

Payne, JT (1993):

"Selecting a method for managing pelvic fractures in dogs and cats." *Vet Med* 88, 969-973.

Philipps, IR (1979):

"A survey of bone fractures in the dog and cat." *J Small Anim Pract*, 20, 661.

Piermattei, DL (1996):

"Becken und Hüftgelenk." In: *Zugänge zum Skelettsystem von Hund und Katze. Atlas mit Operationsbeschreibung*, Stuttgart, New York, Schattauer, 226-266.

Piermattei, DL, Flo, GL und De Camp, CE (2006):

"Fractures of the pelvis." In: *Small Animal Orthopedics and Fracture Repair*, 4th edn, Philadelphia, WB Saunders, 433-460.

Piermattei, DL und Johnson, KA (2004):

"The pelvis and hip joint." In: Atlas of Surgical Approaches to the Bones of the Dog and Cat, 4th edn, Philadelphia, Saunders, 277-328.

Radasch, RM et al. (1990):

"Static strength evaluation of sacroiliac fracture-separation repairs." *Vet Surg*, 19, 155-161.

Raffan, PJ, Joly, CL, Timm, PG und Miles, JE (2002):

"A tension band technique for stabilisation of sacroiliac separations in cats." *J Small Anim Pract*, 43, 255-260.

Renegar, WR und Griffiths, RC (1977):

"The use of the methylmethacrylate bone cement in the repair of acetabulare fractures." *J Am Anim Hosp Assoc*, 13, 582-588.

Robins, GW, Dingwall, JS und Sumner-Smith, G (1973):

"The plating of pelvic fractures in the dog." *Vet Rec*, 93, 550-554.

Rosin, E et al. (1988):

"Subtotal colectomy for treatment of chronic constipation associated with idiopathic megacolon in cats: 38 cases (1979-1985)." *J Am Vet Med Assoc*, 193, 850-853.

Roush, JK und Manley, PA (1992):

"Mini plate failure after repair of ilial and acetabular fractures in nine small dogs and one cat." *J Am Anim Hosp Assoc*, 28, 112.

Sardinas, JC, Kraus, KH und Sisson Jr, RD (1995):

"Comparison of the holding power of 3.5 mm cortical versus 4.0 mm cancellous orthopedic screws in the pelvis of immature dogs (cadavers)." *Am J Vet Res*, 56, 248-251.

Schrader, SC (1992):

"Pelvic osteotomy as a treatment for obstipation in cats with acquired stenosis of the pelvic canal: six cases." *J Am Vet Med Assoc*, 200, 208-213.

Selcer, BA (1982):

"Urinary tract trauma associated with pelvic trauma." *J Am Anim Hosp Assoc*, 18, 785-793.

Shales, CJ und Langley-Hobbs, SJ (2005):

"Canine sacroiliac luxation: Anatomic study of dorsoventral articular surface angulation and safe corridor for placement of screws used for lag fixation." *Vet Surg*, 34, 324-331.

Sharp, NJH (1995):

"Neurological deficits in one limb." In: Wheeler SJ: *Manual of Small Animal Neurology*, 2nd edn, Celtenham, BSAVA Publications, 166-177.

Slocum, B und Hohn, RB (1975):

"A surgical approach to the caudal aspect of the acetabulum and body of the ischium in the dog." *J Am Vet Med Assoc*, 167, 65-70.

Slocum, B und Slocum, TD (1992):

"Pelvic osteotomy for axial rotation of the acetabular segment in dogs with hip dysplasia." *Small Anim Pract*, 22, 667-675.

Strodl, S (2000):

"Spätergebnisse nach intraartikulären und gelenknahen Frakturen des Hüft- und Kniegelenks von Hund und Katze." *Vet Med Diss, Chirurgische Tierklinik der LMU München*.

Stubbs, WP, Lewis, DD, Miller, GJ, Quaterman, C und Hosgood, G (1998):

"A biomechanical evaluation and assessment of the accuracy of reduction of two methods of acetabular osteotomy fixation in dogs." *Vet Surg*, 27, 429-437.

Swaim, SF (1987):

"Peripheral Nerve Surgery." In: Oliver JE, Horlein BF, Mayhew IG: *Veterinary Neurology*, Philadelphia, Saunders WB, 493.

Swalec, TKM (1994):

"Rectal perforation, rectocutaneous fistula formation, and enterocutaneous fistula formation after pelvic trauma in a dog." *J Am Vet Med Assoc*, 205, 1292-1296.

Tomlinson, JL (2003):

"Fractures of the pelvis." In: Slatter D: Textbook of Small Animal Surgery, 3rd edn, Vol.2, Philadelphia, Saunders, 1989-2001.

Tomlinson, JL, Cook, JL, Payne, JT, Anderson, CC und Johnson, JC (1999):

"Closed reduction and lag screw fixation of sacroiliac luxations and fractures." *Vet Surg*, 28, 188-193.

Unger, M, Montavon, PM und Heim, UFA (1990):

"Classification of fractures of long bones in the dog and cat: Introduction and clinical application." *Vet Comp Orthop Traumatol*, 3, 41-50.

VanGundy, TE, Hulse, DA, Nelson, JK und Boothe, HW (1988):

"Mechanical evaluation of two canine iliac fracture fixation systems." *Vet Surg*, 17, 321-327.

Vogel, A (1986):

"Osteosynthese am Becken des Hundes: Behandlung und Ergebnisse aus den Jahren 1978-1982." *Vet Med Diss*, Chirurgische Tierklinik der LMU München.

Wadsworth, PL und Henry, WB (1974):

"Dorsal surgical approach to acetabular fractures in the dog." *J Am Vet Med Assoc*, 165, 908-910.

Waibl, H (2004):

"a) Atlas der Röntgenanatomie der Katze, 14, 58-64, b) Atlas der Röntgenanatomie des Hundes, 88-96." Stuttgart, Paul Parey.

Walker, TL (1981):

"Ischiadic nerve entrapment." *J Am Vet Med Assoc*, 178, 1284-1288.

Ward, GW (1967):

"Pelvic symphysiotomy in the cat. A steel insert to increase the pelvic diameter." *Can Vet J*, 8, 81-84.

Wendelberg, K, Kaderly, R und Dee, L et al. (1988):

"Stress fractures of the acetabulum in 26 racing Greyhounds." *Vet Surg*, 17, 128-134.

Wheaton, L, Hohn, RB und Harrison, J (1973):

"Surgical treatment of acetabular fractures in the dog." *J Am Vet Med Assoc*, 162, 385-392.

Zahn, K, Boehmer, E, Egli, C und Matis, U (2005):

"Sacroiliac luxation in cats. Abstract of the 12th ESVOT Congress, Munich, Sept." *Vet Comp Orthop Traumatol*, 18, A15.

Zedler, W (1961):

"Zur Beckenfraktur bei Hund und Katze." *Tierärztliche Wochenschrift*, 14, 265-268.

Danksagung

Mein besonderer Dank gilt Frau Prof. Dr. U. Matis für die Überlassung des Themas und die wissenschaftliche Anleitung.

Den Mitarbeitern der Chirurgischen Tierklinik, insbesondere der Röntgenabteilung, danke ich für ihre tatkräftige Unterstützung bei der Anfertigung der Röntgenaufnahmen.

Fr. Dr. I. Holz und Hr. Dr. K. Zahn danke ich für ihre Korrektur des Manuskripts, ihre hilfreichen Hinweise und verständnisvollen Diskussionen auftauchender Fragen und Hr. Dr. C. Egli für die Beteiligung an der Durchführung und Aufarbeitung der wissenschaftlichen Kontrolluntersuchungen.

Lebenslauf

Persönliche Daten

Name	Kristin Strohbach
Geburtsdatum	20.10.1979
Geburtsort	Dresden
Familienstand	Ledig

Schul Ausbildung

1986 – 1990	Volksschule München
1990 – 1999	Erasmus-Grasser-Gymnasium München
	Abschluss: Abitur

Hochschulausbildung

1999 – 2005	Studium der Tiermedizin an der Tierärztlichen Fakultät der Ludwig-Maximilians-Universität München
	Abschluss: Staatsexamen

Approbation	02.02.2005
--------------------	------------

Promotion	März 2005 Beginn der Arbeiten für die vorgelegte Dissertation
------------------	---

Okt.`05 – Sept.`06	Internship des European College of Veterinary Surgeons an der Chirurgischen Tierklinik der LMU München
--------------------	--